

Veränderung von Insektenpopula- tionen in Österreich in den letzten 30 Jahren – Ursachen und ausgewählte Beispiele

Endbericht



Veränderung von Insektenpopula- tionen in Österreich in den letzten 30 Jahren – Ursachen und ausgewählte Beispiele

Endbericht



LAND  KÄRNTEN



Wien, März 2022

Impressum

Projektnehmer: DI Thomas Zuna-Kratky

Ingenieurbüro für Landschaftsplanung und Landschaftspflege

Adresse: Lange Gasse 58/20, 1080 Wien

Projektleiter: DI Thomas Zuna-Kratky

Tel.: +43-699 126 23160

E-Mail: office@zuna-kratky.at

Kooperationspartner: ÖKOTEAM (Dr. Werner Holzinger, Dr. Thomas Frieß, Helge Heimbürg MSc, Elisabeth Huber BSc), Dr. Johann Neumayer, Mag. Esther Ockermüller, Dr. Bärbel Pachinger, Dominik Rabl MSc, Dr. Inge Illich, Dr. Kathrin Pascher.

Finanzierungsstellen: Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus; Land Burgenland Hauptreferat für Agrarförderung; Land Kärnten Abt. 10 Land- & Forstwirtschaft, Budget & Controlling; Land Niederösterreich Abt. K3 Wissenschaft & Forschung sowie LF3 Landwirtschaftliche Förderung; Land Oberösterreich Abt. Land- & Forstwirtschaft; Land Salzburg Abteilung Lebensgrundlagen & Energie sowie Natur- & Umweltschutz; Land Steiermark Abteilung 10 Land- & Forstwirtschaft sowie Abt. 13 Umwelt & Raumordnung; Land Tirol Abteilung Wirtschaft; Land Vorarlberg inatura Erlebnis Naturschau GmbH; Land Wien MA 58 Wasserrecht.

Projektlaufzeit: März 2020 bis März 2022.

1. Auflage

Alle Rechte vorbehalten.

Fotos soweit nicht anders angegeben von Thomas Zuna-Kratky.

Titelfoto: Gottesanbeterin *Mantis religiosa* auf Ackerstilllegung (Ameis/Weinviertel, NÖ)

Wien, 2022. Stand: 2. August 2022

Inhalt

1 Zusammenfassung – Summary	6
2 Hintergrund, Projektablauf und Projektziele	10
3 Veränderung von Insektenpopulationen in Österreich in den letzten 30 Jahren	13
3.1 Zur Beurteilung herangezogene Erhebungen	14
3.2 Veränderung von Artenzahl und Artenspektrum.....	19
3.3 Veränderung des Artenreichtums von Testflächen	24
3.4 Veränderung der Individuendichte von Insektenpopulationen.....	26
4 Einfluss der Wirkfaktoren auf Insektenpopulationen in Österreich	30
4.1 Wirkung von insektentoxischen Stoffen in der Landschaft.....	31
4.2 Wirkung von nächtlicher Beleuchtung	32
4.3 Wirkung von Kollisionen.....	33
4.4 Wirkung von Maschineneinsatz in der Landschaft.....	34
4.5 Wirkung von Verbauung und Versiegelung.....	35
4.6 Wirkung des Rückgangs von Nahrungspflanzen	36
4.7 Wirkung der Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung	37
4.8 Wirkung des Rückgangs traditioneller Nutzungsformen	39
4.9 Wirkung der Verluste von Sonderstrukturen	41
4.10 Wirkung von Nährstoffeinträgen.....	42
4.11 Wirkung der Klimaerwärmung	43
4.12 Wirkung der Ausbreitung von Neobiota	45
4.13 Quantifizierung von Veränderung und Bedeutung der Wirkfaktoren	46
5 Maßnahmen zur Förderung der Insektenpopulationen.....	51
5.1 Stärkung traditioneller Nutzungsformen (Landwirtschaft).....	51
5.2 Stärkung standortgerechter und traditioneller Nutzungsformen (Wald).....	53
5.3 Erhaltung und Neuanlage von Sonderstrukturen	56
5.4 Kompensation des Intensivierungstrends in der Grünlandwirtschaft	59

5.5 Verringerung des Nährstoffniveaus in der Landschaft.....	60
5.6 Verringerung des Eintrages insektentoxischer Mittel.....	61
5.7 Förderung insektenschonender Methoden in der Landnutzung	62
5.8 Vermeidung von Lichtverschmutzung.....	63
5.9 Naturnahe Gestaltung von Privatgärten sowie öffentlichen und gewerblichen Grünanlagen	64
5.10 Klimawandelanpassung	65
6 Literatur	68

1 Zusammenfassung – Summary

Die Veränderung des Artenbestandes von Insekten in Österreich ist ein seit langem untersuchtes Thema, das vor allem durch die Darstellung in den Roten Listen der gefährdeten Tiere Österreichs für viele Gruppen bereits ausführlich abgehandelt wurde. Erst in neuerer Zeit haben Auswertungen quantitativer Studien gezeigt, dass auch die Individuenzahl bzw. die Biomasse vieler Insektengruppen offenbar stark rückläufig ist. Während für manche Wirbeltiergruppen – vor allem Vögel – langjährige, teils auch räumlich detailliert aufgelöste Zeitreihen über die Veränderungen der Populationsdichte und Individuenzahlen existieren und die Ursachenforschung hinter diesen Phänomenen teils weit fortgeschritten ist, fehlt diese Information weitgehend für Insekten wie auch für fast alle anderen Wirbellosen in Österreich. Die vom Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus und den neun Bundesländern in Auftrag gegebene „Insektenstudie“ verfolgt daher mehrere Ziele:

Basierend auf internationalen Forschungsergebnissen und Studien wurden anthropogene Wirkfaktoren identifiziert, die maßgeblich das Vorkommen und die Größe von Insektenpopulationen in Österreich beeinflussen und wurde deren Wirkungsweise dargestellt. Mit Hilfe von vorhandenen österreichischen Untersuchungen sowie der Auswertung von Statistiken und Evaluierungen wurde anschließend versucht, die Bedeutung der jeweiligen Wirkfaktoren und deren Veränderung in den letzten 30 Jahren in Österreich aufzuklären.

Parallel dazu wurde eine Insekten-Stichprobe, die mit 4.285 Arten etwa 11 % der heimischen Insektenfauna umfasst, ausgewählt und anhand der Ansprüche und Sensibilität dieser Arten die Wirksamkeit der jeweiligen Wirkfaktoren auf die Bestandsentwicklung der Insekten abgeschätzt. Dies erfolgte anhand einer durch Experten jeder Art zugeordneten Serie von insgesamt elf Parametern, die für die Art entscheidend für das Vorkommen sind (z. B. spezifische Abhängigkeit von anderen Arten, klimatische Ansprüche an Wärme bzw. Trockenheit, Bindung an Sonderstandorte, Generationenlänge etc.).

Um zu konkreten Daten über die Veränderung von Insektenpopulationen in Österreich zu gelangen, wurde eine umfangreiche Recherche unternommen, bei der elf Studien aus dem Untersuchungszeitraum gefunden wurden, die Hinweise auf entsprechende Veränderungen geben konnten, jedoch meist nur kleinräumige Untersuchungen betrafen. Um diese schwache Datengrundlage zu verbessern, wurden zusätzlich fünf Erhebungen von Insekten auf unterschiedlichem räumlichen Niveau zehn bis 33 Jahre nach deren Umsetzung mit derselben Methodik erneut erhoben, um repräsentative Aussagen für Österreich treffen zu können. Dabei handelte es sich um eine österreichweite Erhebung von Heuschrecken und Fangschrecken, eine

Erhebung von Hummeln bzw. Heuschrecken in Hochlagen der Hohen Tauern, eine Erhebung von Wanzen und Zikaden in Grünlandgebieten Südostösterreichs und eine Erhebung von Hummeln in Wiesen des Flachgaus. Zusätzlich wurde das Datenmaterial einer Erhebung über Heuschrecken und Tagfalter in Ackerbaugebieten im nördlichen und östlichen Österreich sowie einer Heuschreckenerhebung in Extensivwiesen des Jauerlings im Sinne dieser „Insektenstudie“ ausgewertet. Zusammen stellen diese Erhebungen an 309 Testflächen in repräsentativen Landschaftsräumen aus allen Landesteilen – jedoch mit Schwerpunkt auf die unbewaldete Kulturlandschaft – den derzeit umfangreichsten Datensatz zur Veränderung von Insektenpopulationen in Österreich dar.

Basierend auf den Analysen der Bedeutung der Wirkfaktoren für die Veränderung der Insektenwelt in Österreich wurden abschließend konkrete Maßnahmen erarbeitet, die auf zielsicherem Wege zu einer Verbesserung der Situation von Insektenpopulationen in Österreich beitragen können und in künftigen Schutz- und Fördermaßnahmen vordringlich Berücksichtigung finden sollten.

Die Analyse der Wiederholungserhebungen von Insektenpopulationen zeigte vielfach ähnliche Muster, die auf allgemeine Entwicklungen, zumindest von vergleichbaren Insektengruppen in der Kulturlandschaft sowie in den Hochlagen der Alpen hindeuten. So wiesen die Untersuchungen bei den für Insektenpopulationen charakteristischen starken Schwankungen relativ stabile Gesamtartenzahlen sowie Artenzahlen pro Testfläche im Laufe der Untersuchungsperiode auf. Die Individuendichten zeigten unterschiedliche Entwicklungen, wobei stabile Verhältnisse bei den Erhebungen der Wanzen, Zikaden, Hummeln und Tagfalter dominierten. Signifikante Rückgänge in der Häufigkeit zeigten jedoch die Heuschrecken und Fangschrecken in der österreichweiten Erhebung. Für alle Untersuchungen charakteristisch waren hingegen deutliche Veränderungen in der Artenzusammensetzung, wobei im Schnitt nach 30 Jahren etwa ein Viertel der ursprünglich vorhandenen Arten nicht mehr nachweisbar ist. Typischerweise verschwanden spezialisierte Arten von nährstoffarmen Standorten sowie an kältere Klimate angepasste Insekten, die im Gegenzug vor allem von wärmeliebenden Arten sowie von Insekten mit breiterer ökologischer Amplitude ersetzt wurden.

Die Analyse des Einflusses der Wirkfaktoren konnte vor allem konkrete Belege für die negative Wirkung der Intensivierung im Grünland, der Aufgabe traditioneller Nutzungsformen in der Land- und Forstwirtschaft, der anhaltenden Eutrophierung sowie der Bedeutung des Verlustes von Sonderstrukturen in der Landschaft erbringen. Im Gegensatz dazu wirkte sich die im Untersuchungszeitraum deutlich spürbare Klimaerwärmung bisher tendenziell positiv auf die untersuchten Insektenpopulationen aus. Für manche mit Sicherheit insektenrelevante Wirkfaktoren wie dem Ausbringen insektentoxischer Stoffe, der Verbauung oder der

Lichtverschmutzung konnten die Wiederholungserhebungen keine Beiträge liefern, deren negativer Einfluss auf Insektenpopulationen ist aber aus der Literatur gut belegt.

Die wichtigsten und effizientesten Maßnahmen zur langfristigen Absicherung arten- und individuenreicher Insektenpopulationen in Österreich wurden im abschließenden Teil der „Insektenstudie“ ausformuliert. Besonders hervorzuheben ist dabei die Fortführung bzw. Ausweitung traditioneller Nutzungsformen in der Grünlandwirtschaft (v. a. ein- bis zweimähdige Wiesen, Streuwiesen, Bergmäher und extensive Weideflächen) sowie im Wald (v. a. Mittelwald, Kopfbaumnutzung), wodurch vor allem der Artenreichtum sowie das Vorkommen anspruchsvoller und gefährdeter Arten gesichert werden kann. Aufgrund der Kleinflächigkeit traditioneller Nutzungsformen ist für einen österreichweiten Ansatz gleichzeitig die Abpufferung der Effekte der Intensivierung der Grünlandnutzung und Landschaftspflege, die in den letzten 30 Jahren deutlich vorangeschritten ist, vorzusehen. Dies kann z. B. durch das Modell des „Abgestuften Wiesenbaus“, durch insektenschonende Mahd, die Reduktion von Wurmmitteln in der Weidehaltung, durch das Belassen ungemähter bzw. unbeweideter Bereiche während der Bewirtschaftung sowie durch ausreichend lange Bewirtschaftungspausen in der Saison erreicht werden.

Der Erhalt und die Anlage von Sonderstrukturen (z. B. Kleingehölze und Einzelbäume sowie kleinflächige Biodiversitätsflächen in der Kulturlandschaft, Ackerbrachen, Überhälter im Wald, naturnahe Gewässerufer) ist eine Maßnahme, die bei geringem Platzbedarf eine hohe Wirkung für den Erhalt artenreicher Insektenpopulationen aufweist. Die Reduktion von Stickstoffeinträgen aus Landwirtschaft und Verkehr sowie insektenschädlicher Stoffeinträge (v. a. Insektizide) und eine Eindämmung der Lichtverschmutzung sind weitere wichtige Elemente einer insektenfreundlicheren Landnutzung. Vor allem zum Schutz artenreicher siedlungsnaher Lebensräume muss eine starke Reduktion der Versiegelungsrate erreicht werden. Langfristig sind auch Strategien zur Abmilderung negativer Klimafolgen zu erarbeiten, die vor allem die auf feuchte und kühle Bedingungen angepassten Arten beeinträchtigen.

Zum vollständigen Verständnis der Insektenstudie ist neben dem Endbericht auch der dazugehörige Dokumentationsband notwendig, in dem die Herleitung der Aussagen zu den Wirkfaktoren, die konkreten Methoden und Ergebnisse der Wiederholungserhebungen sowie die umfangreichen Quellen abrufbar sind.

The „Insect study“ – a project supported by the state-federal state cooperation in Austria – generated data on the development of species composition and abundance of insect-communities in Austria in the last 30 years, led to insights into the main factors driving these observed changes and proposed certain effective measures to preserve stable insect communities and improve the status of declining groups in the near future. In the course of this study occurrence and abundance of six groups of insects – Orthoptera, Mantodea, Heteroptera, Auchenorrhyncha, Papilionoidea and the genus *Bombus* – were re-evaluated on a total of 309 study plots, that were formerly surveyed in the time between 1988 and 2011. The distribution of study-sites covered in case of grasshoppers a representative sample of the Austrian landscape (with the exception of woodland and aquatic habitats), the other surveys gave results from high-mountain areas, from different types of meadows and pastures and from the intensive farmland of lower elevations. Together with eleven existing re-evaluation studies from Austria it could be shown, that the total number of species in each survey and the average numbers per study plot were quite stable or slowly increasing during the study period and also the density of insects showed marked fluctuations, but no significant trend in most cases. Only the abundance of grasshoppers and mantids declined significantly in the Austrian-wide sample since the 1990s. The most pronounced change was detected in the species-composition, that showed pronounced changes in most of the studies. Especially species of habitats with low nutrient-level and cold-adapted species disappeared from the study-plots, while species with higher demands on temperature and with broad ecological potential increased in the samples.

The analysis of these re-evaluation studies together with the results of a sample of over 4.000 species of insects (approx. 11 % of Austrian insect-species), for which we designated traits and demands and correlated them with declining trends, were compared with the evaluation of factors potentially influencing insect populations in Austria. The greatest support for negative impact on insect populations was found concerning the factors intensification of grassland-management, abandonment of traditional land use in agriculture and forestry, eutrophication and loss of rare landscape structures. The impact of toxic substances like insecticides could not be assessed due to missing data on size and change of the impact in Austria, but it is evident, that they influence insect populations. Soil surface sealing, light pollution and collision with cars are of importance, but are relevant only in comparably small parts of Austria. Climate warming finally turned out to influence insect populations positively on average. The most efficient measures to preserve and improve the status of insects in Austria were proposed as follows: Maintenance and support of traditional land-use in agriculture and forestry, preservation and re-establishment of rare landscape-elements and buffering the effects of intensive management of grassland. Of importance are also reduction of the emission of toxic substances and fertilizers, reduction of soil surface sealing and light pollution and in the long run establishing strategies to compensate the effects of climate warming, especially in sensible habitats.

2 Hintergrund, Projektablauf und Projektziele

Der Veränderungen der Populationen von Insekten und hier vor allem die zu beobachtenden Rückgänge in Artenvielfalt und Individuendichte werden zunehmend nicht nur in wissenschaftlichen Kreisen thematisiert, sondern sind auch in breiten Kreisen von der Öffentlichkeit und der Politik aufgegriffen worden. Auch die Zahl an wissenschaftlichen Studien zu diesem Thema ist vor allem in den letzten zehn Jahren rasant angestiegen und der Kenntnisstand zu den Auswirkungen menschlicher Aktivität auf Insektenpopulationen ist so gut wie noch nie zuvor.

Aus Österreich – einem durch seine geographische Lage an den Übergängen mehrerer europäischer Großlandschaften und Klimaregionen besonders artenreichen europäischen Land – liegen jedoch nur wenige Untersuchungen vor, die sich über einen längeren Zeitraum mit der Veränderung von Insektenpopulationen beschäftigen. Vielfach beschränken sich derartige Studien auch auf spezielle Regionen, sodass angesichts der landschaftlichen Vielfalt des Landes Aussagen mit nationaler Gültigkeit nur schwer getroffen werden können. Erst Rabitsch et al. (2020) legen eine vorläufige nationale Zusammenfassung der Lage der Insekten in Österreich vor, die jedoch ebenfalls aufgrund der genannten Einschränkungen viele Fragen offen lässt. In stärkerem Ausmaß finden sich Untersuchungen über die Bedeutung und Veränderung von Faktoren, die Insektenpopulationen maßgeblich beeinflussen können, vor allem hinsichtlich der Aspekte der Landnutzung, wie sie z. B. im Zuge der Evaluierungen für die landwirtschaftlichen Förderungen durchgeführt wurden (z. B. Holzer et al. 2019). Aber auch hier konnte meist der Zusammenhang zwischen den Veränderungen in der Landschaft und dem Wandel in der Insektenwelt nicht tiefgreifender bzw. überregionaler behandelt werden.

Auf Initiative des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus wurde daher ein Projekt im Rahmen der Bund-Bundesländer-Kooperation in Auftrag gegeben, in dem der aktuelle Wissensstand zu den Veränderungen von Insektenpopulationen in Österreich zusammengefasst und dahinterstehende Ursachen analysiert werden sollten. Als Betrachtungszeitraum für diese Studie wurden die vergangenen drei Jahrzehnte von Anfang der 1990er Jahre bis heute festgelegt. Die gravierenden Landschaftsveränderungen wie die Regulierung der Fließgewässer, die Urbarmachung großer Naturlandschaften wie der Niedermoore des Nördlichen Alpenvorlandes und die Technisierung der Landnutzung – die entscheidende Hintergründe für das Aussterben vieler Insektenarten in Österreich darstellten – waren zu diesem Zeitpunkt weitgehend abgeschlossen (ihre langfristigen negativen Folgen

auf die Biodiversität wirken jedoch auch heute noch nach). Der Fokus konnte für diesen Zeitraum daher auf jene vom Menschen geprägten Wirkfaktoren gelegt werden, die auch heute eine bedeutende Wirkung auf Insekten nehmen und entsprechend durch gezielte Maßnahmen beeinflusst werden können. Auch ist sowohl das Wissen über Insektenvorkommen in Österreich sowie über Ausmaß und Veränderungen menschlicher Einflussnahme auf die Natur in diesen 30 Jahren weitaus umfassender und detaillierter vorhanden als aus früheren Perioden, sodass die Möglichkeit bestand, gut belegte Zusammenhänge aufdecken zu können.

Da bekannt war, dass es nur sehr wenige Studien zu den langfristigen Veränderungen von Insektenpopulationen, vor allem hinsichtlich ihrer Häufigkeit, aus Österreich gibt, wurde vorgesehen, eine Reihe von vorhandenen Untersuchungen über das Vorkommen von Insekten, die im Laufe dieser 30 Jahre durchgeführt wurden und mit vertretbarem Aufwand wiederholbar waren, erneut durchzuführen. Damit sollten den vorliegenden Überlegungen zur Veränderung der Insektenwelt konkrete Ergebnisse aus repräsentativen, standardisiert erhobenen Untersuchungen aus Österreich zur Seite gestellt werden. Ein derartiger nationaler Vergleich der Entwicklung unterschiedlicher Insektenpopulationen wurde in Österreich in diesem Umfang bisher noch nicht umgesetzt.

Für die Beurteilung der Befunde der Freilandarbeiten und Literaturstudien war es überdies notwendig, relevante Ansprüche und Eigenschaften der heimischen Insekten zusammenzufassen, vor allem hinsichtlich der Bedeutung dieser „Traits“ als Risikofaktoren für negative Bestandsentwicklungen. Dies sollte über eine möglichst große Stichprobe aus der schwer überschaubaren und vielfach kaum untersuchten Fülle der über 40.000 heimischen Insektenarten (vgl. Geiser 2018) erfolgen.

Parallel zu diesen auf Veränderung und Ansprüche der österreichischen Insektenpopulationen abzielenden Projektteilen war vorgesehen, mittels einer umfangreichen Literatur- und Quellenrecherche die bedeutsamen Faktoren, die auf Insektenpopulationen Einfluss nehmen können, zu identifizieren und die Veränderung der Intensität und Flächenwirkung dieser „Wirkfaktoren“ in Österreich in den vergangenen drei Jahrzehnten zu quantifizieren.

Die Ergebnisse dieser drei Projektteile – die Beschreibung der Ansprüche und Eigenschaften der ausgewählten Insekten („Insektenstichprobe“), die Darstellung der Veränderung heimischer Insektenpopulationen anhand von „Wiederholungserhebungen“ und die Abschätzung der Bedeutung sowie Bilanzierung der Veränderung der identifizierten Wirkfaktoren in Österreich – wurden in einem eigenen umfangreichen Dokumentationsband als ein wichtiges Ergebnis dieser „Insektenstudie“ zusammengefasst (Zuna-Kratky et al. 2022). Dieser Dokumentationsband ist ein essentieller Bestandteil der „Insektenstudie“ und beinhaltet die Detailbefunde und Ergebnisse, die zu den Schlussfolgerungen dieses Endberichts führen. Daher werden an den

relevanten Stellen Querverweise zu den entsprechenden Kapiteln des Dokumentationsbandes geliefert, die mit einem vorangestellten „D“ (z. B. Kapitel D-7.2.5) gekennzeichnet sind.

Aufbauend auf die Befunde dieses Dokumentationsbandes wurde der hier vorliegende Endbericht erstellt, der folgende Aspekte behandelt:

- Wie haben sich ausgewählte Insektenpopulationen hinsichtlich Artenreichtum, Artenzusammensetzung und Individuendichte in Österreich in den letzten 30 Jahren entwickelt?
- Welche Merkmale („traits“) der Insekten stehen in Verbindung mit Bestandsveränderungen und wie stehen diese in Zusammenhang mit der Wirkung bzw. den Veränderungen von Wirkfaktoren aus menschlicher Aktivität?
- Welche Wirkfaktoren können als besonders bedeutsam für die beobachteten Veränderungen in der österreichischen Insektenwelt angesehen werden?
- Welche Maßnahmen können aufgrund dieser Erkenntnisse gesetzt werden, um eine möglichst effiziente Verbesserung der Lebensbedingungen von Insekten, vor allem der gefährdeten und rückläufigen Arten, in Österreich erreichen zu können?



Abbildung 1: Landschaften mit langfristig erhalten gebliebenem hohem Artenreichtum und Vorkommen seltener, spezialisierter Insekten zeichnen sich durch eine kleinteilige Landschaftsstruktur, durch das Vorhandensein extensiv bewirtschafteter Grünlandflächen, zahlreiche Sonderstrukturen und eine enge Verzahnung aus Kultur- und Naturlandschaft aus (Unteres Kamptal bei Schönberg/NÖ).

3 Veränderung von Insektenpopulationen in Österreich in den letzten 30 Jahren

Die Veränderung der Insektenwelt – sowohl hinsichtlich Artenvielfalt und Artenzusammensetzung als auch hinsichtlich Individuenzahl – ist auch in Österreich eine viel diskutierte Tatsache, die jedoch in der Vergangenheit im Gegensatz zu anderen Staaten kaum gezielt mit einem größeren regionalen Bezug untersucht wurde. Auch Rabitsch et al. (2020) charakterisieren den aktuellen Stand in diesem Sinne: „Offensichtlich ist die Evidenz für das Insektensterben in Österreich noch sehr dünn und der Forschungs- und Dokumentationsbedarf ist entsprechend hoch.“ Im Zuge der vorliegenden „Insektenstudie“ wurden die verfügbaren publizierten und unpublizierten Erhebungen der vergangenen Jahrzehnte zusammengefasst und – da diese nur eingeschränkte Aussagekraft zeigten – um eine Reihe von eigenen sowie eigens für diese Studie nachträglich ausgewerteten Felderhebungen ergänzt.

Zu beachten ist dabei, dass sich die hier dargestellten Veränderungen auftragsgemäß auf die letzten 30 Jahre, also etwa den Zeitraum von Ende der 1980er/Anfang der 1990er Jahre bis heute erstreckt. Viele gravierende und auch die aktuelle Diskussion bestimmende Veränderungen in der Artenzusammensetzung von Insekten in Österreich (zu quantitativen Veränderungen liegt kaum Material vor) fanden hingegen vor allem in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts bis in die 1960er Jahre – und somit deutlich vor dem hier diskutierten Zustand – statt. So sind die meisten österreichweiten Aussterbeereignisse von Insekten vor allem in dieser Phase geschehen. Unter den heimischen Heuschrecken galten in der aktuellsten Übersicht sieben von 140 Arten als bereits ausgestorben (Zuna-Kratky et al. 2017), mit 5,0 % ein vergleichsweise hoher Wert. Fünf Arten sind dabei aber schon vor 1970 verschwunden, von den beiden anderen Arten ist eine (die Nasenschrecke *Acrida ungarica*) inzwischen wieder in das Neusiedler See-Gebiet zurückgekehrt. Die einzige Heuschreckenart, die in der von der Insektenstudie erfassten Untersuchungsperiode ausgestorben ist (der Gelbe Grashüpfer *Euchorthippus pulvinatus*), kam nur an einer Stelle in einem Naturschutzgebiet vor und verschwand hier durch einen nicht sachgemäßen Eingriff. Auch bei den Wildbienen, einer weiteren in Österreich faunistisch gut erforschten Insektengruppe, werden 33 (das sind 4,7 %) der 702 bekannten Arten als aktuell ausgestorben eingestuft (Kratschmer et al. 2021), wobei alle diese Arten vor 1970 zum letzten Mal nachgewiesen werden konnten.

3.1 Zur Beurteilung herangezogene Erhebungen

Eine umfangreiche Recherche publizierter Fallstudien zur Veränderung von Insektenpopulationen in Österreich, die einen Vergleich standardisierter Erhebungen über einen längeren Zeitraum umfassen und wenn möglich auch Angaben zu Veränderungen in der Häufigkeit geben, erbrachte lediglich elf Untersuchungen, die zumindest teilweise diesen Kriterien entsprachen (vgl. Tabelle 1). Diese Studien betrafen überdies nur eine eingeschränkte Auswahl der heimischen Insektenwelt: Die Erhebungen beschäftigten sich mit Schmetterlingen (Lepidoptera), Heuschrecken (Orthoptera) und Fangschrecken (Mantodea) als terrestrische Insektenordnungen, mit Laufkäfern (Carabidae) als kleinem Teil der Käfer (Coleoptera) und mit lediglich einer aquatischen Insektengruppe – den Köcherfliegen (Trichoptera). Für zwei dieser Studien, die aufgrund ihres standardisierten Erhebungsansatzes und der Repräsentativität für bestimmte österreichische Lebensräume geeignet erschienen – Intensivackerlandschaften im Projekt BINATS („Erfassung der Biodiversität in österreichischen Ackerbaugebieten anhand der Indikatoren Landschaftsstruktur, Gefäßpflanzen, Heuschrecken, Tagfalter und Wildbienen – 2. Erhebungsdurchgang“, im Jahr 2016 beauftragt durch das damalige Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft und das damalige Bundesministerium für Gesundheit und Frauen“, siehe Kapitel D-8.1) sowie Extensiv-Grünlandgebiete im Projekt Jauerling (Kapitel D-8.2), konnten die Rohdaten bereitgestellt und hinsichtlich der Erfordernisse der Insektenstudie gezielt ausgewertet werden. Um diese unbefriedigende Datenlage zu verbessern, wurden zusätzlich fünf Untersuchungen, die im Zeitraum Ende der 1980er Jahre bis Ende der 2000er Jahre durchgeführt wurden und einen standardisiert wiederholbaren Erhebungsansatz mit Dokumentation der Häufigkeit der jeweiligen Arten verfolgten, im Zuge der „Insektenstudie“ in den Jahren 2020 und 2021 wiederholt (vgl. Tabelle 2).

Die Abbildung 2 zeigt die Verteilung der insgesamt 309 Testflächen dieser sieben hier durchgeführten und ausgewerteten Erhebungen, auf denen das Vorkommen und die Bestände der Arten der betreffenden Indikatorgruppen wiederholt erhoben wurden. Nur eine dieser Erhebungen konnte einen österreichweiten Ansatz verfolgen („Heuschrecken und Fangschrecken Wiederholungsexkursionen“), die übrigen Erhebungen beziehen sich auf größere Regionen mit grob einheitlicher Landnutzung („WF-Wiesen“ sowie „BINATS“) oder waren lokaler Natur, jedoch in für Österreich großflächig verbreiteten, charakteristischen Lebensräumen (alpines Grasland, Grünland der tieferen Lagen). Die österreichweiten Erhebungen der Heuschrecken, aber auch die Erhebungen der Wanzen und Zikaden in Südost-Österreich fanden in Landschaften statt, die für die österreichische Landschaft repräsentativ sind, letztere jedoch beschränkt auf den illyrischen und rand-pannonischen Klimabereich (vgl. Kapitel D-7.1). Die Erhebungen aus dem BINATS-Projekt sind hingegen für die ackerbaulich genutzte Landschaft der Mais- und Rapsanbaugebiete repräsentativ.

Tabelle 1: Veränderungen im Artenspektrum von Insektenpopulationen in Österreich – lokale und regionale Studien mit Bezug zum Untersuchungszeitraum dieser Studie.

Insektengruppe	Bezugsraum	Bezugszeit	Quelle	Veränderung
Schmetterlinge	Theresienfeld/ Steinfeld (NÖ)	1980 bis 1998	Malicky (2001)	Rückgang der Artenzahl um 32 % (pannonische Spezialisten sogar um 60 %) und Rückgang der Individuenzahlen um 65 % (Pannonier um 73 %, gegenüber 1963 sogar um 97 %)
Schmetterlinge	Gemeinde Innsbruck (Ti)	1850 bis 2006	Huemer & Erlebach (2007)	Einengung des gesamten bekannten Artenspektrums von 2.160 auf aktuell 1.240 Arten (ab 2000, Schwerpunkt der Artenverluste 1950 – 1979).
Heuschrecken und Fangschrecken	Perchtoldsdorfer Heide (NÖ)	1974 gegen 2009/2010	Panrok & Zuna-Kratky (2011)	Rückgang der Artenzahl von 29 auf 27 Arten (mäßiger Arten turnover mit 66 % gemeinsamen Arten) aber Zunahme der Individuendichte um 80 % (durch Eutrophierung des Trockenrasens)
Heuschrecken	Piffkar/Hohe Tauern (Sbg)	1991 bis 2020	Illich & Zuna- Kratky (2022)	Stabile Artenzahl bei stark schwankenden Dichten und Ausbreitung v. a. der Generalisten
Heuschrecken und Fangschrecken	Nationalpark Thayatal (NÖ)	2001 gegen 2010 & 2020	Sachslehner et al. (2021)	Zunahme der Artenzahl v. a. nach 2010 durch Einwanderung wärmeliebender Arten sowie Verlust von Arten in Arealrandlage
Heuschrecken und Fangschrecken	Bezirke Favoriten & Simmering (Wien)	2003 gegen 2012	Zuna-Kratky et al. (2012)	Kaum Veränderung im Artenspektrum (87 % gemeinsame Arten), jedoch deutliche Stetigkeitsrückgänge im stärker von Verinselung betroffenen Simmering
Köcherfliegen	Schreierbach bei Lunz am See (NÖ)	1978 gegen 2017	Martini & Waringer (2019)	Artenbestand recht stabil (von 23 auf 21 Arten, 17 Arten gemeinsam) aber

Insektengruppe	Bezugsraum	Bezugszeit	Quelle	Veränderung
				deutliche Verschiebung der Dichten mit Abnahme der azyklisch schlüpfenden Arten und Zunahme der synchronisierten
Heuschrecken & Tagfalter	Raps- & Maisanbaugebiete (OÖ, NÖ, Bgld, Stmk, Ktn - BINATS) 100 Testflächen	2007/08 gegen 2017/18	Pascher et al. (2020), vgl. Kapitel D-8.1	Heuschrecken Artenzahl stabil bei 55 bzw. 54 Arten, Abnahme Artenmittel je Probekreis um 6 %, der Individuensumme um 10 %; Tagfalter Zunahme der Artenzahl von 41 auf 55, Zunahme Artenmittel je Probekreis um 50 %, der Individuensumme um 58 %; Artenspektrum dominiert von Generalisten
Heuschrecken & Fangschrecken	Naturpark Jauerling (NÖ) 12 Testflächen	1993 gegen 2018/19	Kraus et al. (2020), vgl. Kapitel D-8.2	Zunahme der Artenzahl von 38 auf 43; 12 rückläufigen Arten stehen 18 mit höherer Stetigkeit gegenüber, gefährdete Spezialisten sind jedoch durchwegs seltener geworden
Laufkäfer	Seewinkel/Bgld	1993 gegen 2019	Milasowszky & Zulka (2021)	Geringer Rückgang bei leicht erhöhter Artenzahl und starkem Artenturnover (<50 % in beiden Jahren präsent), bedingt durch massive Aussüßung der Lackenböden
Schmetterlinge	Naturpark Kampthal (NÖ)	1890 bis 2021	Zuna-Kratky & Hubinger (in Vorb.)	Deutlich gestiegene Artenzahl von vor 1930 zu nach 2015 (652 gegen 775), aber starker Artenturnover (nur 35 % des Gesamtartenbestandes in beiden Perioden)

Mit der Hinzunahme von Hummeln (Gattung *Bombus* der Hymenoptera) sowie der Ordnung der Hemiptera mit den Wanzen (Heteroptera) und Zikaden (Auchenorrhyncha) konnte überdies das Spektrum an Indikatorgruppen für die Insektenfauna deutlich erweitert werden (vgl. Tabelle 1). Zu beachten ist jedoch, dass auch diese sechs Indikatorgruppen zusammen ein Spektrum von

„lediglich“ 1.966 Arten umfassen, was nur 5 % der gesamten heimischen Insektenwelt entspricht. Eine direkte Übertragung auf die gesamte Insektenfauna ist daher nicht zulässig, es handelt sich hier jedoch um einen bedeutenden, in diesem Ausmaß bisher noch nie vorgelegenen Baustein zum Verständnis der Veränderungen der Insektenpopulationen in Österreich.

Als unterstützende Indikatoren für die Entwicklung der Insektenbiomassen in Wäldern und im Offenland wurden die Ergebnisse des Österreichischen Brutvogelmonitorings von BirdLife Österreich, das seit dem Jahr 1998 kontinuierliche nationale Bestandswerte liefert, hinsichtlich der Veränderungen insektenfressender häufiger Arten bewertet (vgl. Kapitel D-6.4). Für den Wald, der mit den vorliegenden sowie gezielt durchgeführten Erhebungen nur in geringem Ausmaß miterfasst werden konnte, wurde als Annäherung an einen kleinen Ausschnitt des Insektenaufkommens die Entwicklung der Borkenkäfer-Schäden berücksichtigt (vgl. Kapitel D-6.3). Leider nicht zu beurteilen waren aquatische Insektengemeinschaften, für die entsprechende geeignete Wiederholungserhebungen für Österreich bisher fehlen bzw. unter den gegebenen Rahmenbedingungen nicht umgesetzt werden konnten.

Tabelle 2: Felderhebungen zur Veränderung von Insektenpopulationen in Österreich, die gezielt für die „Insektenstudie“ durchgeführt wurden.

Insektengruppe	Bezugsraum	Test- flächen	Bezugszeit	AutorInnen	Kapitel
Heuschrecken und Fangschrecken	ganz Österreich (ohne Hochlagen über 2000 m)	105	1990-1999 gegen 2020-2021	Thomas Zuna- Kratky & elf MitarbeiterInnen	D-7.2
Heuschrecken	Piffkar/Hohe Tauern (Sbg)	28	1990 gegen 2020	Inge Illich & Thomas Zuna- Kratky	D-7.3
Hummeln	Großglockner/Hohe Tauern (Sbg, Ktn)	10	1994-1995 gegen 2020-2021	Johann Neumayer	D-7.4
Hummeln	Wenger Moor/Flachgau (Sbg)	17	1988-1989 gegen 2020-2021	Johann Neumayer	D-7.5
Wanzen & Zikaden	„WF-Wiesen“ in Südost-Österreich (Stmk, NÖ, Bgld)	38	2008 & 2011 gegen 2020	ÖKOTEAM	D-7.6

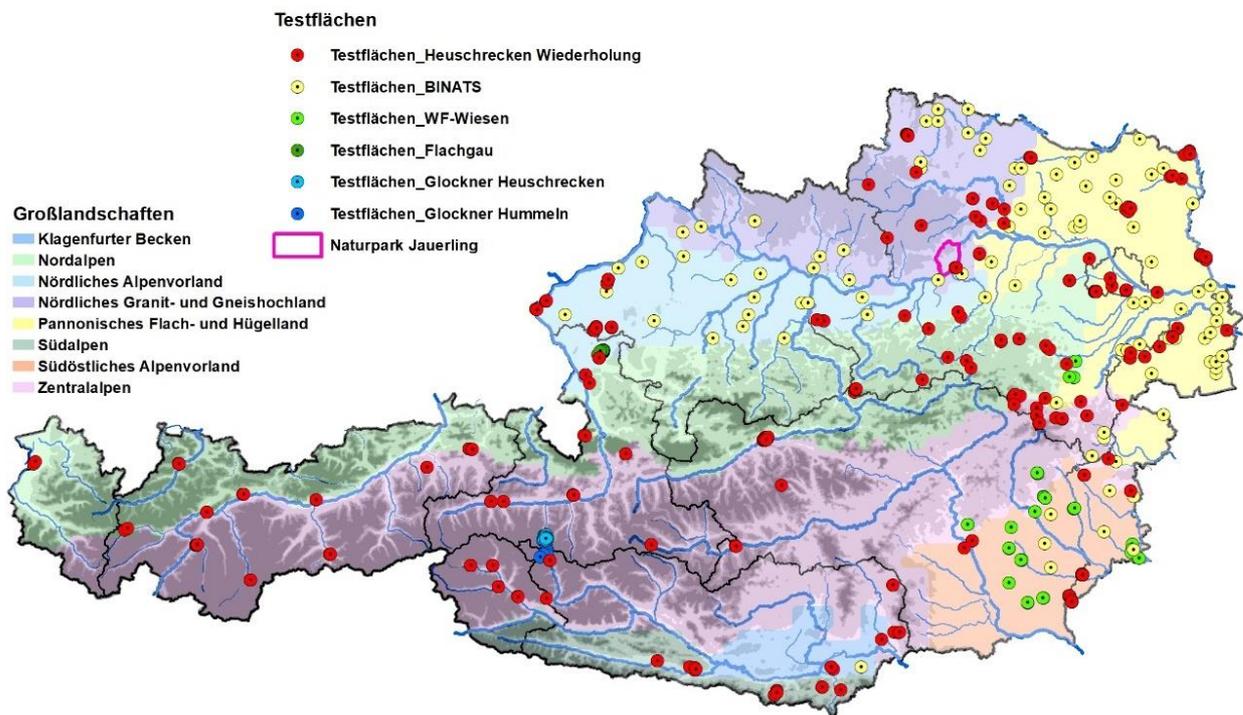


Abbildung 2: Verteilung der Testflächen der fünf eigenen und zwei ergänzenden Freilandserhebungen über die Naturräume (nach Sauberer et al. 2017) in Österreich (vgl. Tabelle 2).

Die Abbildung 2 zeigt die Verteilung der insgesamt 309 Testflächen, auf denen das Vorkommen und die Bestände der Arten der betreffenden Indikatorgruppen wiederholt erhoben wurden. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass die Ergebnisse der ausgewerteten Wiederholungserhebungen repräsentativ sind für die hier ausgewählte Stichprobe terrestrischer Insekten der Kulturlandschaft sowie der alpinen Hochlagen. Für Waldökosysteme und noch stärker für aquatische Lebensräume sind jedoch aus diesen Erhebungen keine oder nur schwache Aussagen möglich.

3.2 Veränderung von Artenzahl und Artenspektrum

Die Veränderung des Gesamtartenbestandes für die jeweilige Indikatorengruppe der sieben ausgewerteten Freilandhebungen zeigt Abbildung 3. Mit zwei Ausnahmen haben sich die festgestellten Gesamtartenzahlen der jeweiligen Erhebungen über die Untersuchungszeiträume kaum verändert. Lediglich in den Hochlagen konnten zwei gegenläufige Entwicklungen beobachtet werden – eine Zunahme der Heuschrecken-Artenzahl (um 40 %, jedoch auf niedrigem Niveau von fünf auf sieben Arten) sowie ein Rückgang der Hummel-Artenzahl von 22 auf 18 Arten (= 18 %) im Vergleich zum ersten Erhebungsjahr. Erhebungen, die mehr als zwei Vergleichsjahre umfassen, belegen jedoch die starken Schwankungen des Artenbestandes – so war bei den rückläufigen Hummeln des Glocknergebietes bereits im Jahr 1995 der geringste Wert der Erhebungen erreicht worden und lag in den beiden aktuellen Erhebungsjahren wieder deutlich darüber. Auch die scheinbar markante Zunahme der Heuschrecken im Glocknergebiet wird relativiert durch die kontinuierliche Erhebung von Illich & Zuna-Kratky (2022), wo von 1991 bis 2020 der Gesamtartenbestand in diesen Hochlagen stabil um vier bis fünf Arten schwankte.

Bezeichnend ist jedoch – ganz im Gegensatz zum langfristig weitgehend stabilen Gesamtartenbestand – die Veränderung der Zusammensetzung des jeweiligen Artenspektrums. Zwischen 7 und 30 % der in der jeweiligen Ersterhebung festgestellten Insektenarten konnten bei der Wiederholungserhebung nicht mehr nachgewiesen werden, waren also so selten, dass sie unter die „Nachweisgrenze“ fielen bzw. sind gänzlich verschwunden. Der Anteil jener Arten, die hingegen sowohl in der ersten als auch in der aktuellen Erfassungsperiode dokumentiert werden konnten, lag im konkreten Fall bei 70 % (Wanzen WF-Wiesen), 72 % (Heuschrecken Österreich), 77 % (Hummeln Hohe Tauern), 78 % (Zikaden WF-Wiesen) und 82 % (Hummeln Flachgau). Im Falle der Heuschrecken am Jauerling, einem Gebiet mit vergleichsweise extensiver Landnutzung, lag der Anteil bestätigter Arten aber deutlich höher bei 91 %. Einen ähnlichen Befund liefert Sachslehner et al. (2021) aus dem Nationalpark Thayatal mit 93 % bestätigter Arten nach 18 Jahren, was wie beim Jauerling auf eine stabilere Artengemeinschaft in Gebieten mit gezielten Naturschutzmaßnahmen hinweist. Die mit zehn Jahren Abstand am kürzesten auseinander liegenden Erhebungen von BINATS ergaben bei den Heuschrecken und Fangschrecken einen Wert von 87 %, bei den Tagfaltern von 88 % der Arten der ersten Erfassungsperiode, die aktuell erneut nachgewiesen wurden. Lediglich bei der sehr artenarmen Hochlagenerhebung der Heuschrecken in den Hohen Tauern wurden alle Arten des Jahres 1990 auch im Wiederholungsjahr 2020 wieder nachgewiesen (vgl. Kapitel D-7.3.2).

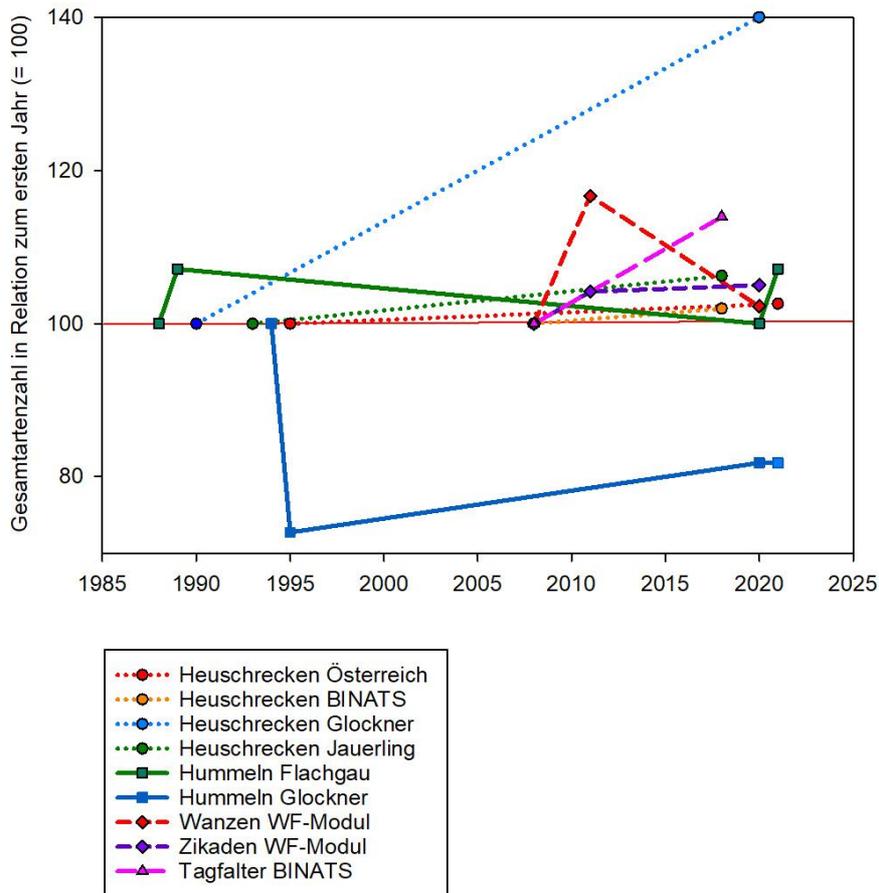


Abbildung 3: Veränderung der Gesamtartenzahl der jeweiligen Wiederholungserhebungen über deren Erhebungszeitraum, bezogen auf den Wert der Ersterhebung (= 100).

Diese Veränderungen sind über alle Erhebungen (unter Hinzunahme der publizierten Befunde, vgl. Tabelle 1) ähnlich und zeigen in Summe einen hoch signifikanten negativen Zusammenhang mit der Zeit, die zwischen den Erhebungen vergangen ist (vgl. Abbildung 4). Die Veränderung des Artenspektrums durch Ausfall zuvor vorkommender Arten ist somit ein über ganz Österreich für unterschiedliche Insektengruppen nachweisbarer Prozess. Da jedoch die Gesamtartenzahlen über diese Zeiträume überwiegend konstant geblieben sind (vgl. Abbildung 3), wurden die „ausgefallenen“ Arten weitgehend durch neu zugewanderte ausgeglichen. Ohne die über 100 Jahre vergleichende Studie an Schmetterlingen aus dem Unteren Kamptal (Zuna-Kratky & Hubinger in Vorb.) ist dieser Zusammenhang immer noch deutlich, aber nicht mehr statistisch signifikant, was auf eine gewisse Differenzierung im Ausmaß der mittelfristigen Veränderungen abhängig von Indikatorgruppe und Region hinweist (Abbildung 4).

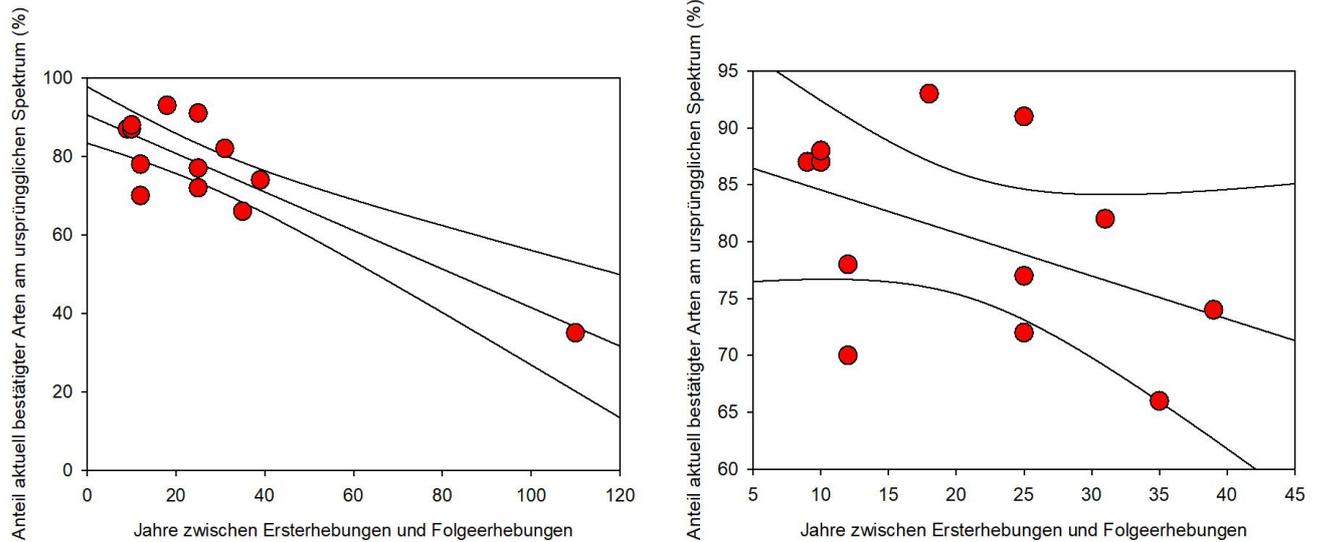


Abbildung 4: Zusammenhang zwischen dem Anteil aktuell wieder bestätigter Arten am ehemaligen Artenbestand und dem zeitlichen Abstand zwischen Erst- und Folgeerhebungen (Erhebungen aus Tabelle 1 und Tabelle 2 ohne die artenarme Heuschreckengemeinschaft in den Hohen Tauern) mit Angabe des 95 %-Konfidenzintervalls. Der Anteil sinkt statistisch hoch signifikant mit dem Abstand zwischen den Erhebungen (Pearson Product Moment Correlation, $r = -0,863$, $p < 0,001$). Rechts die Darstellung ohne die über 100 Jahre vergleichende Studie – hier ist die Signifikanz aufgrund der starken Streuung in den kurzfristigeren Erhebungen nicht mehr gegeben ($r = -0,451$, $p = 0,141$).

Die Veränderungen des Artenspektrums auf den einzelnen Testflächen konnten aber weitaus höhere Werte annehmen als im Gesamtartenspektrum – so wurden z. B. bei den Heuschrecken auf den österreichweiten Testflächen im Extremfall nur 31 % der ursprünglich nachgewiesenen Arten aktuell wieder bestätigt, auf 6 % aller Testflächen konnten hingegen sämtliche Arten nach 20-30 Jahren wieder aufgefunden werden (vgl. Kapitel D-7.2.3).

Basierend auf der Charakterisierung der einzelnen Insektenarten im Rahmen der „Insektenstudie“ (vgl. Kapitel D-5) wurden die Veränderungen im Artenspektrum und in den Dominanzverhältnissen in den Erhebungsprojekten auf den Einfluss bestimmter Merkmale ökologischer oder biologischer Natur geprüft. Auch hier konnten aufschlussreiche Gemeinsamkeiten zwischen den Studien gefunden werden, die auf allgemeine Entwicklungen in der Insektenwelt Österreichs hindeuten.

Habitatspezialisierung, das heißt die Bindung an wenige oder nur ganz bestimmte Lebensräume, kann ein bedeutender Gefährdungsfaktor und ein Merkmal rückläufiger Artengemeinschaften sein. Im Zuge der österreichweiten Heuschrecken-Erhebungen zeigte sich, dass der Anteil an Habitatspezialisten sowohl bei den in der Verbreitung zunehmenden,

als auch bei den abnehmenden Arten fast doppelt so hoch ist wie bei den Arten ohne auffällige Veränderung von besetzten Testflächen, die ganz überwiegend von Habitatgeneralisten aufgebaut werden (vgl. Kapitel D-7.2.2). Die durch eine markante Zunahme der Individuendichte gekennzeichneten Ergebnisse der Tagfaltererhebungen im Projekt BINATS geht hingegen überwiegend auf eine starke Ausbreitung von Habitatgeneralisten zurück, die offenbar in stärkerem Ausmaß auf günstige Witterungsbedingungen mit höheren Populationsdichten reagieren können (vgl. Kapitel D-8.1.5). Und auch bei den Wanzen und Zikaden auf Wiesen in Südostösterreich ist eine Zunahme von Ubiquisten, also Arten mit geringen Ansprüchen an die Habitatausstattung, im Artenspektrum der Testflächen belegt (Kapitel D-7.6.5). Auch in den Hochlagen der Hohen Tauern ist die Zunahme der Artenzahl an den Testflächen maßgeblich von dem Generalisten Gemeiner Grashüpfer *Pseudochorthippus parallelus* bestimmt (Kapitel D-7.3.3).

Die verstärkte Ausbreitung wärmeliebender Arten bei einem gleichzeitigen, jedoch schwächer belegten Rückgang kälteadaptierter Insekten, konnte bei dem Großteil der Freilanduntersuchungen nachgewiesen werden und ist offenbar der bedeutendste Faktor, der die aktuellen Veränderungen in den heimischen Insektenpopulationen bestimmt. Das Artenspektrum der österreichweit erhobenen Heuschrecken-Testflächen verschob sich hoch signifikant hin zu Arten, die höhere Durchschnittstemperaturen und geringere Niederschläge in ihrem österreichischen Verbreitungsgebiet aufweisen (vgl. Kapitel D-7.2.5). Die Hummeln, die andere Insektengruppe, für die aufgrund der Daten eine Beurteilung der Veränderung der Temperaturansprüche möglich war, zeigten hingegen sowohl in den Tieflagen (Flachgau) als auch in den alpinen Lagen (Großglocknergebiet) keine signifikanten Veränderungen hin zu wärmeliebenderen Gemeinschaften (vgl. Kapitel D-7.4.6 und D-7.5.6). Bei den Wanzen und Zikaden der Freilandhebungen auf den Wiesen in Südostösterreich zeigte sich wie bei den Heuschrecken eine Verschiebung im Artenspektrum mit zunehmenden Dominanzen der wärmeliebenden Arten xerothermischer Lebensräume bei einem Rückzug der mesophilen, also auf „durchschnittliche“ mitteleuropäische Verhältnisse angepassten Arten (vgl. Kapitel D-7.6.5).

Das Risiko, rückläufige Bestände zu haben, ist bei Arten mit borealer, also nördlicher Verbreitung mit einer südlichen Arealgrenze in Mitteleuropa gemäß unserer Auswertung der Eigenschaften der Insektenstichprobe in Österreich signifikant erhöht (vgl. Kapitel D-5.3.2). Dies deckt sich mit Befunden der Freilandhebungen dieser „Insektenstudie“: Dass vermehrt Arten der kühleren und feuchteren Lebensräume unter Druck geraten und rückläufige Bestände bzw. stabile Bestände in zunehmenden Artengemeinschaften aufweisen, konnten sowohl bei den österreichweiten Heuschrecken-Erhebungen (Kapitel D-7.2.2), als auch bei der Spezialerhebung in den Hochlagen des Großglocknergebietes nachgewiesen werden, wo in letzterer die boreo-alpine Nordische Gebirgsschrecke *Melanoplus frigidus* als einzige Heuschreckenart nicht zugenommen hat (vgl. Kapitel D-7.3.3 sowie Illich & Zuna-Kratky 2022 für eine detaillierte

Diskussion). Auch die Hummelpopulationen des Großglocknergebietes verloren zusehends (hoch)alpine Arten, die ökologisch der Nordischen Gebirgsschrecke entsprechende Alpen-Hummel *Bombus alpinus* ist aus den Testflächen inzwischen nach „oben“ abgewandert (vgl. Kapitel D-7.4.3). Verluste bzw. Rückgänge von montanen sowie an kühle Klimate angepassten Arten im aktuellen Artenspektrum zeigten sich auch bei den Erhebungen an den Heuschrecken am Jauerling (Kapitel D-8.2.1), bei BINATS (z. B. der sonst in den Grünlandgebieten noch sehr häufige Bunte Grashüpfer *Omocestus viridulus*, Kapitel D-8.1.4) sowie im Nationalpark Thayatal (Sachslehner et al. 2021). Keine Hinweise dafür gab es hingegen bei den Wanzen und Zikaden der Wiesen in Südostösterreich, wo in Europa nördlich und östlich verbreitete Arten tendenziell ihren Anteil am Artenspektrum sogar ausweiten konnten (Kapitel D-7.6.5).

Die Freilandenerhebungen der Indikatorgruppe Hummeln belegte eine zusätzliche, spezielle ökologische Gruppe, die aus den Testflächen verschwunden ist – die brutparasitischen „Kuckuckshummeln“. Im alpinen Untersuchungsgebiet am Großglockner konnten alle drei Kuckuckshummel-Arten der Ersterhebungen aktuell nicht mehr nachgewiesen werden und auch im Flachgau war eine der beiden verschwundenen Arten eine Kuckuckshummel (vgl. Kapitel D-7.4.3 und D-7.5.3). Zu einem ähnlichen Befund kam auch Thierolf (2021) mit dem Vergleich der Hummeln im Kalsertal in Osttirol zwischen 1935 und heute, wo ebenfalls die Kuckuckshummeln aktuell nicht nachweisbar waren. Die Bindung an eine spezielle Wirtsart hat hier offenbar drastische Folgen, die ein kontinuierliches Vorkommen angesichts der starken witterungsbedingten Schwankungen der Wirtsartenpopulationen nicht erlauben und die Aussterbewahrscheinlichkeit daher erhöhen. Die obligate Bindung an nur eine Art bzw. Gattung wurde bereits in der Bewertung der Insektenstichprobe mit einem signifikant erhöhten Anteil rückläufiger Arten assoziiert (Kapitel D-5.3.2), konnte aber abgesehen von den oben genannten Hummeln bei den anderen Insektengruppen mit monophag an Pflanzen lebenden Arten (Wanzen, Zikaden, Tagfalter) nicht bestätigt werden. Möglicherweise liegt es daran, dass die Pflanzenarten, an die diese Spezialisten der ausgewerteten Insektenstichprobe gebunden sind, signifikant geringere Anteile gefährdeter Arten aufweisen als das gesamte Blütenpflanzen-spektrum und zu zwei Dritteln ungefährdete Pflanzen betreffen, die Gefahr des Ausfalls der benötigten Art daher in Summe nicht erhöht ist (vgl. Kapitel D-5.3.2).

Aufgrund der hohen Artenzahl und Variabilität in ihren „Eigenschaften“ konnten aus den Erhebungen der Wanzen und Zikaden auf Wiesen in Südostösterreich zwei weitere bedeutsame Charakteristika der zu- bzw. abnehmenden Arten eingegrenzt werden. So haben jene Arten nun höhere Anteile am Artenspektrum, die zumindest zwei Generationen, also Entwicklungen vom Ei bis zum erwachsenen Insekt, in einem Jahr durchlaufen können (Kapitel D-7.6.5). Dies wird sicherlich gefördert durch die klimawandelbedingte Verlängerung der Vegetationsperiode, die diesen Arten einen deutlichen Vorteil gegenüber jenen mit einjähriger oder mehrjähriger Entwicklung bietet. Ebenfalls wohl klimagesteuert nahm der Anteil jener Arten ab, die im

Eistadium überwintern – üblicherweise die „sicherste“ Überwinterungsform in Klimaten mit tiefen Wintertemperaturen, wie sie bei uns zunehmend seltener auftreten. Diese Befunde deuten darauf hin, dass in Zukunft Arten, die Vermehrungs- und Überwinterungsstrategien für mildere Winter und längere Vegetationsperioden aufweisen, deutlich höhere Anteile in den Insektengemeinschaften aufweisen werden. Dies bestätigt sich auch bei den Auswertungen der Veränderung in der Schmetterlingsfauna des unteren Kamptals in Niederösterreich, wo neu eingewanderte Arten viel häufiger als Puppe oder erwachsener Falter überwintern (können) als die inzwischen ausgestorbenen Schmetterlinge und auch der Anteil an Arten mit zwei Generationen im Jahr liegt bei den neu hinzugekommenen Arten doppelt so hoch wie bei den verschwundenen Schmetterlingen (Zuna-Kratky & Hubinger in Vorb.).

3.3 Veränderung des Artenreichtums von Testflächen

Eine stabile oder gar zunehmende Gesamtartenzahl in einem Projekt mit vielen Testflächen muss nicht zwingend mit einem ebenso konstanten Artenreichtum auf den einzelnen Flächen einhergehen (vgl. das Konzept von Alpha- und Beta-Diversität durch Whittaker 1960). So könnte die Stetigkeit der Arten an den Einzelflächen im Untersuchungszeitraum gesunken sein, in der Gesamtschau wäre das Artenspektrum aber immer noch „intakt“. Die Abbildung 5 stellt daher die Veränderung dieses wichtigen Parameters – des „lokalen“ Artenreichtums jeweils gemittelt über die einzelnen Testflächen – für die sieben analysierten Wiederholungserhebungen dar. Ähnlich wie bei den Gesamtartenzahlen hat sich der mittlere Artenreichtum der jeweiligen Testflächen in den meisten Fällen nicht verändert bzw. hat teils sogar deutlich zugenommen, vor allem in den vergleichsweise artenarmen Regionen der alpinen Hochlagen (Heuschrecken Glockner) sowie der Intensiv-Ackerbaugebiete (Tagfalter BINATS). Im Falle der Tagfalter konnte die starke positive Auswirkung günstiger Witterungsbedingungen während der Wiederholungserhebungen als Ursache für diese markante Zunahme identifiziert werden (vgl. Kapitel D-8.1.5), für die Hochlagen ist es die steigende Temperatur in diesen für Insekten vergleichsweise unwirtlichen Lebensräumen (vgl. Kapitel D-7.3).

Statistisch signifikant sind diese Zunahmen bei den österreichweiten Heuschreckenerhebungen (mit einem Anstieg der mittleren Artenzahl von zwölf auf 13, Kapitel D-7.2.3), bei den Heuschrecken im Glocknergebiet (Anstieg von einer auf zwei Arten, Kapitel D-7.3.2), bei den Zikaden auf den WF-Wiesen in Südostösterreich (von 28,3 auf 30,4 Arten, Kapitel D-7.6.6) sowie bei den Tagfaltern im BINATS-Projekt (von 4,6 auf 6,4 Arten, Kapitel D-8.1.5). Deutlich davon abweichend entwickelte sich der Artenreichtum der Testflächen im Extensivwiesengebiet des Jauerlings, wo die mittlere Artenzahl der Testflächen ausgehend von einem hohem Niveau signifikant von 17,4 auf 14,1 Arten sank (vgl. Kapitel D-8.2.2).

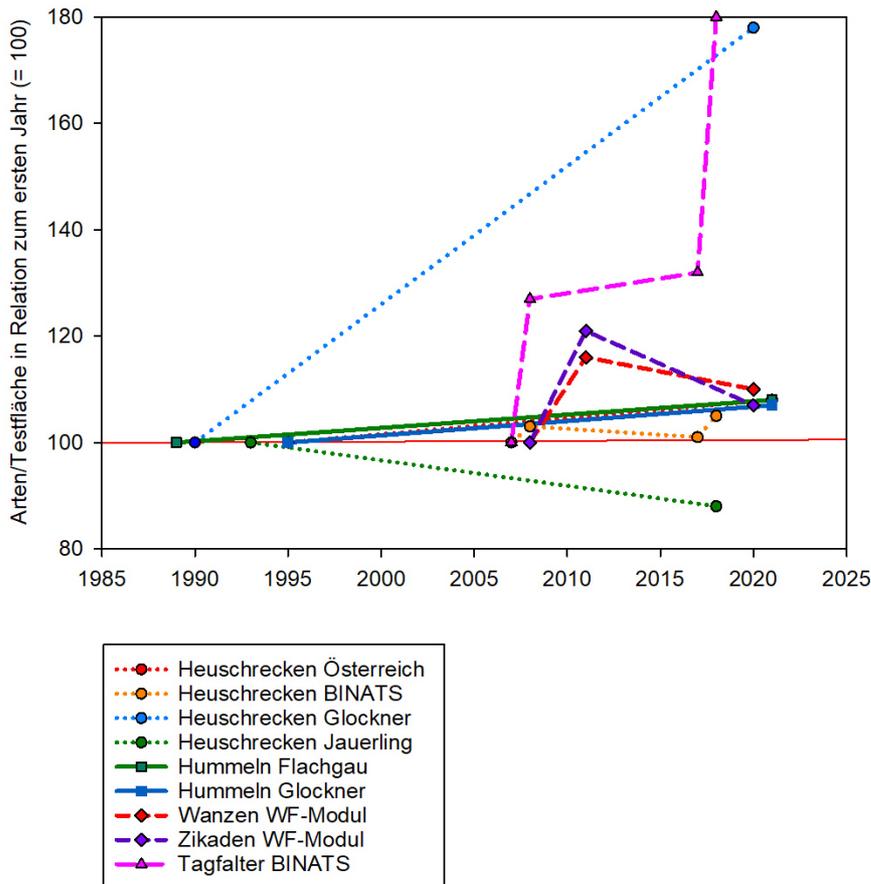


Abbildung 5: Veränderung der mittleren Artenzahl pro Testfläche der jeweiligen Wiederholungserhebungen über deren Erhebungszeitraum, bezogen auf den Wert der Ersterhebung (= 100).

Zunahmen der mittleren Artenzahl der Testflächen in der österreichweiten Heuschrecken-Stichprobe fanden sich in allen Landschaftsräumen sowie Höhenlagen Österreichs, sodass es sich zumindest bei den Heuschrecken und Fangschrecken um eine österreichweite Entwicklung handeln dürfte (Kapitel D-7.2.3). Abweichend davon konnte bei den Heuschrecken im Glocknergebiet die signifikante Zunahme der Artenzahl auf Testflächen in Seehöhen über 2100 m Seehöhe (die bei der österreichweiten Studie nicht erfasst wurden) eingegrenzt werden, während die tiefer gelegenen Almen stabile Verhältnisse aufwiesen (Kapitel D-7.3.3). Dies ist vor allem auf die starke Ausweitung der Vorkommen des aus den tieferen Lagen zuwandernden Generalisten *Pseudochorthippus parallelus* zurückzuführen. Aufgrund der nur regionalen Ausdehnung der anderen Freilandserhebungen konnten unterschiedliche Entwicklungen in Abhängigkeit von Landschaftsraum und Seehöhe dort nicht geprüft werden.

Bei den Heuschrecken in der österreichweiten Freilandstudie zeigte sich, dass Habitatspezialisten in ihrem Bestand weitgehend stabil blieben, diese daher nicht wesentlich zur

Zunahme der Artenvielfalt beigetragen haben; auch deren Verteilung auf die Testflächen blieb letztendlich weitgehend vergleichbar (Kapitel D-7.2.3).

Bemerkenswert ist der Umstand, dass die Zunahme der mittleren Artenzahl bei den österreichweit verteilten Testflächen für Heuschrecken und Fangschrecken durch eine überproportional starke Zunahme auf artenarmen Testflächen zurückzuführen ist, während artenreiche Testflächen im Schnitt aktuell weniger artenreich sind als früher (Kapitel D-7.2.3). Dieselbe Entwicklung zeigten die Testflächen der Heuschrecken und Fangschrecken am Jauerling (Kapitel D-8.2.2), der Hummeln in den Hochlagen der Hohen Tauern (Kapitel D-7.4.5) und eingeschränkt auch der Hummeln im Flachgau (Kapitel D-7.5.5). Genau dieselbe Entwicklung konnte auch bei den Wanzen und Zikaden auf Grünlandflächen in Südostösterreich nachgewiesen werden, wo überdurchschnittlich artenreiche Testflächen rückläufige Artenzahlen aufweisen, während artenarme Testflächen signifikant artenreicher wurden (Kapitel D-7.6.6).

Offensichtlich kam es in weiten Teilen der österreichischen Kulturlandschaft im Untersuchungszeitraum zu einer Homogenisierung der Varianz des Artenreichtums zumindest der untersuchten Indikatorgruppen. Der an sich erfreulichen Entwicklung, dass Standorte mit geringem Artenreichtum im Laufe der letzten zehn bis 30 Jahre artenreicher geworden sind, stehen deutliche Rückgänge in den artenreichen und vielfach aus Sicht des Naturschutzes besonders wertvollen und schützenswerten Flächen gegenüber. Dieser Umstand muss bei der Formulierung von Schutzmaßnahmen besonders beachtet werden – die Fokussierung auf den Schutz und die günstige Entwicklung artenreicher Biotope scheint somit besonders dringlich zu sein.

3.4 Veränderung der Individuendichte von Insektenpopulationen

Ein bedeutsamer Aspekt bei der Konzeption der Freilandhebungen für diese „Insektenstudie“ war der Anspruch, nicht nur Veränderungen des Artenreichtums und der Zusammensetzung der Insektengemeinschaft zu dokumentieren, sondern auch Veränderungen in der Anzahl und Individuendichte der untersuchten Insekten festzustellen. Gerade dieser Aspekt musste aufgrund mangelnder Daten in Österreich bisher weitgehend offen bleiben. Mit den in der „Insektenstudie“ durchgeführten und ausgewerteten Untersuchung kann somit ein wertvoller Mosaikstein in der Beurteilung der Veränderung von Insektenpopulationen in Österreich geliefert werden.

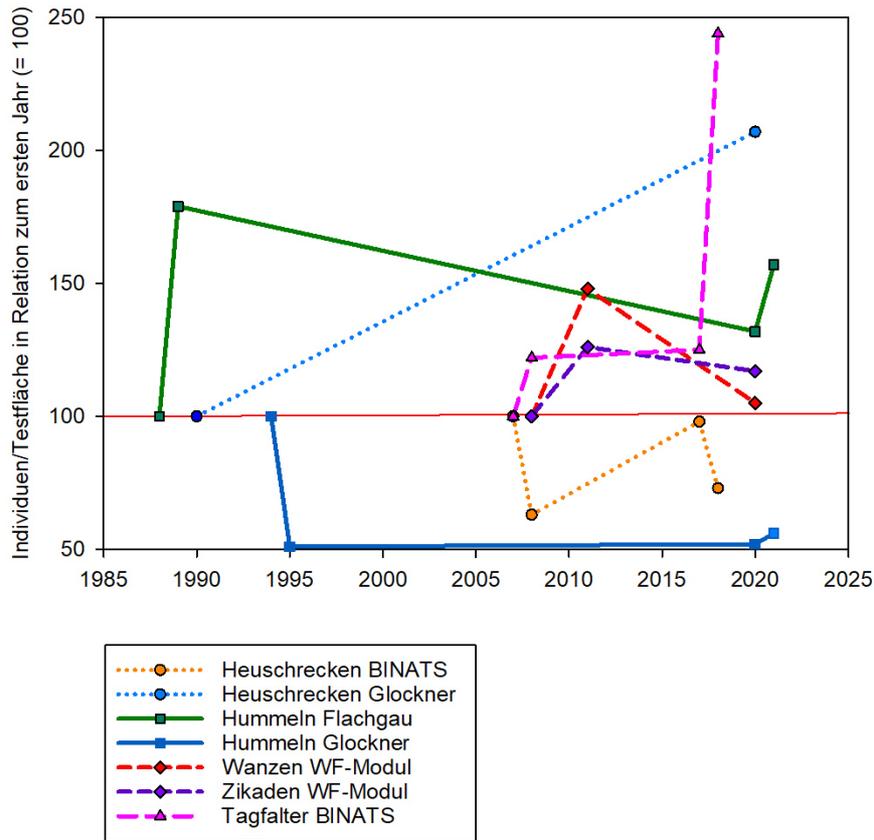


Abbildung 6: Veränderung der mittleren Individuenzahl pro Testfläche der jeweiligen Wiederholungserhebungen über deren Erhebungszeitraum, bezogen auf den Wert der Ersterhebung (= 100).

Die Veränderung der mittleren Individuenzahlen pro Testflächen in den sieben Freilanderhebungen mit quantitativer Methodik über die jeweiligen Untersuchungszeiträume ist in Abbildung 6 dargestellt. Bei gleichzeitig starken jährlichen Schwankungen sind die mittleren Individuendichten zwischen den Ersterhebungen in diesen Wiederholungserhebungen im Schnitt stabil geblieben oder haben in manchen Fällen zugenommen. Statistisch signifikante Zunahmen der Individuendichten der jeweiligen Testflächen liegen für die Heuschrecken im Großglocknergebiet (von 2,5 auf 6,0 Individuen/Testfläche, Kapitel D-7.3.3) und für die Tagfalter im Projekt BINATS vor (von 4,0 auf 6,7 Individuen/Testfläche, Kapitel D-8.1) vor. Für die anderen Erhebungen mit quantitativer Dokumentation schwankten die Bestände derart stark, dass sich zwar deutliche Veränderungen zeigten, diese jedoch über den gesamten Erhebungszeitraum keine signifikanten Zu- oder Abnahmen belegten.

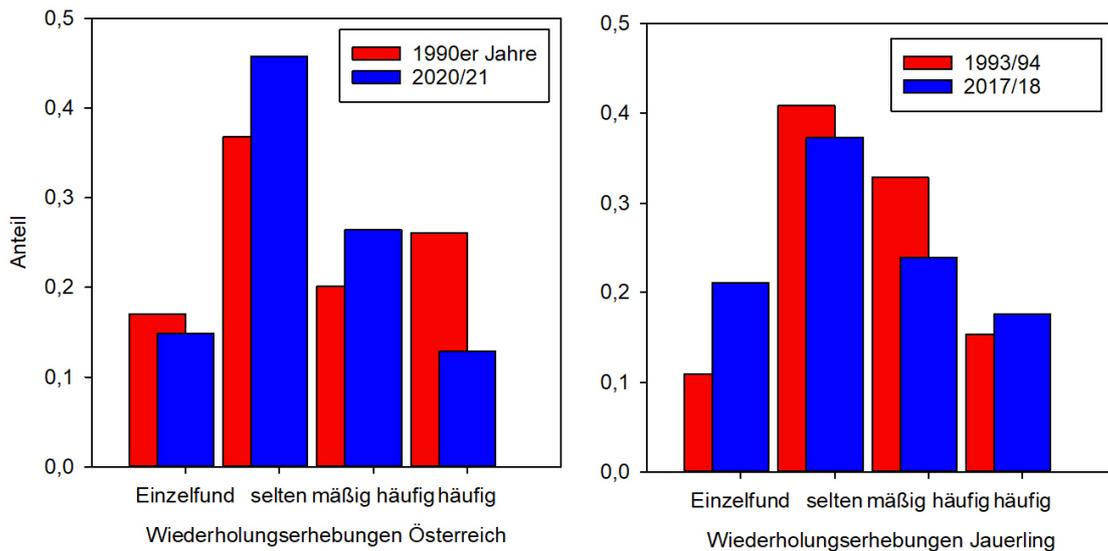


Abbildung 7: Verteilung der nachgewiesenen Heuschrecken- und Fangschrecken-Arten der Testflächen auf Häufigkeitsklassen in den Wiederholungserhebungen des österreichweiten Projektes sowie des Projektes am Jauerling (zur Einstufung siehe Kapitel D-7.2.1).

Bei den österreichweiten Erhebungen der Heuschrecken und Fangschrecken wie auch für deren Erhebungen im Gebiet des Jauerlings kam eine halbquantitative Erfassungsmethodik zum Einsatz, bei den die Vorkommen vier verschiedenen Häufigkeitsklassen zugeordnet wurden (vgl. Kapitel D-7.2.1). Dabei zeigte sich für den österreichweiten Testflächensatz ein signifikanter Rückgang der Häufigkeiten der Heuschrecken – vor allem die Klasse „häufig“ war in der aktuellen Erhebungsperiode signifikant seltener anzutreffen (Kapitel D-7.2.4, Abbildung 7). Auch im Falle des Jauerlings sind die Heuschrecken seltener geworden, wobei sich dies weniger in einer Ausdünnung „häufiger“ Arten, sondern in einer starken Zunahme von Nachweisen der geringsten Häufigkeitsklasse ausdrückte (Kapitel D-8.2.1, Abbildung 7). Bezeichnenderweise sind auch bei den Heuschreckenerhebungen im Projekt BINATS im Gegensatz zu den gleichzeitig erhobenen Tagfaltern keine Zunahmen zu verzeichnen gewesen (vgl. Kapitel D-8.1.3).

Die Erhebungen der „Insektenstudie“ zeigten, dass es bei den Bestandsveränderungen der untersuchten Insektenpopulationen zu unterschiedlichen Entwicklungen kam, wobei sehr starke Schwankungen von Jahr zu Jahr für viele Populationen charakteristisch sind und langfristige Veränderungen kaschieren können. Die Hintergründe für die starken Schwankungen der Populationsdichten in denjenigen Freilandserhebungen, die mehr als zwei Erhebungsjahre aufwiesen und damit einen Eindruck der möglichen Schwankungsbreite vermitteln (siehe Abbildung 6) konnten ganz überwiegend auf die unterschiedlichen Witterungsverhältnisse in den jeweiligen Erhebungsjahren zurückgeführt werden. Für heimische Insekten im allgemeinen ungünstige, das heißt überdurchschnittlich feuchte und

untertemperierte Saisonen (Frühling und Sommer) führten zu deutlich geringeren Beständen (z. B. im Jahr 2008 für Tagfalter im Projekt BINATS, Kapitel D-8.1.3), während warme und trockene Jahre in Summe zu deutlich erhöhten Insektenzahlen führten (z. B. der „Jahrhundertssommer“ 1994 bei den Hummeln im Großglocknergebiet, Kapitel D-7.4.6 oder das für die Mehrheit der Wanzen und Zikaden klimatisch günstige Jahr 2011 in Südostösterreich, Kapitel D-7.6.3). Die mit dieser „Insektenstudie“ durchgeführten und ausgewerteten Wiederholungserhebungen belegen die besondere Bedeutung der Witterung auf die Bestände von Insekten, die daher bei der Beurteilung von Bestandsveränderungen, vor allem wenn es nur um den Vergleich zweier Jahre geht, unbedingt in Betracht gezogen werden muss. Besonders extrem dürfte dies in den Hochlagen der Alpen ausfallen, wo z. B. Illich & Zuna-Kratky (2022) bei der Sibirischen Keulenschrecke *Gomphocerus sibiricus* Abundanzschwankungen zwischen den Jahren um bis zum 40fachen nachweisen konnten! Im Falle der österreichweiten Erhebungen der Heuschrecken konnte dieser „Witterungseffekt“ vermieden werden, da hier zehn Ersterhebungsjahre mit zwei Folgerhebungsjahren mit jeweils variabler Wetterlage verglichen wurden. Die hier festgestellten Rückgänge in der Häufigkeit können daher im Gegensatz zu den anderen Befunden mit großer Wahrscheinlichkeit auf andere Faktoren zurückgeführt werden als auf die jeweiligen klimatischen Bedingungen der einzelnen Erhebungsjahre.

Entscheidend für die Funktion von Insektenpopulationen in ihren Lebensräumen ist nicht nur die Individuendichte, die in den vorliegenden Studien gemessen wurde, sondern auch die Biomasse der Insekten, die direkte Auswirkung z. B. auf die Nahrungsverfügbarkeit für insektenfressende Vögel, hat. Langjährige Veränderungen in der Biomasse von Insekten eines Lebensraumes sind in Österreich praktisch nicht dokumentiert. Im Zuge unserer Freilandserhebungen war jedoch im Falle der Zikaden auf Grünlandstandorten in Südostösterreich auffällig, dass es zwischen den Ersterhebungen und den Wiederholungserhebungen zu einer deutlichen Verschiebung hin zu kleineren Arten im Artenspektrum gekommen ist. In einer Annäherung, in der aus den bekannten Größenklassen (vgl. Kapitel D-5.2) Biomasseklassen abgeleitet wurden, konnte ein signifikanter Rückgang der Biomasse der Zikaden zwischen 2008/11 und 2020 nachgewiesen werden (vgl. Kapitel D-7.6.5). Bei den Wanzen konnte auf denselben Flächen zwar eine signifikante Zunahme der Biomasse im durch die Witterung „insektenfreundlichen“ Jahr 2011 belegt werden, die Werte der Jahre 2008 und 2020 unterschieden sich hingegen nicht signifikant (Kapitel D-7.6.5). Bei der BINATS-Untersuchung, die einen ähnlichen Zeitraum, aber in Intensiv-Ackerbaugebieten, abdeckte, veränderte sich die Verteilung der nachgewiesenen Heuschrecken auf Größenklassen und damit auch die geschätzte Biomasse nicht zwischen den beiden Erhebungsperioden. Bei den Tagfaltern gab es ebenfalls kaum Veränderungen in der Verteilung auf die Größenklassen, die geschätzte Biomasse stieg aber durch die signifikante Zunahme der Individuendichten deutlich an (vgl. Kapitel D-8.1.3).

4 Einfluss der Wirkfaktoren auf Insektenpopulationen in Österreich

Um effiziente Maßnahmen zur Förderung der österreichischen Insektenpopulationen definieren zu können, ist neben der Kenntnis der Bedürfnisse der Insekten (vgl. Kapitel D-5.3) auch eine Bewertung des Einflusses der im Zuge der „Insektenstudie“ als maßgeblich identifizierten Wirkfaktoren auf Insektenpopulationen in Österreich (vgl. Kapitel D-3) notwendig. Ein bedeutender Teil davon soll aus der vorliegenden Studie abgeleitet werden, wobei neben den Experteneinschätzungen, die zur Kenntnis der Merkmale und Ansprüche der Insektenstichprobe geführt haben (Kapitel D-5) vor allem die speziellen Analysen aus den durchgeführten und ausgewerteten Freilandhebungen (vgl. Kapitel D-7 und D-8) herangezogen werden. Es gibt aber natürlich bereits Publikationen mit Bezug zu Österreich, in denen die bedeutsamsten Wirkfaktoren diskutiert und festgelegt werden, meistens unter dem Gesichtspunkt einzelner Insektengruppen und vielfach noch ohne eine konkrete Quantifizierung der Einflüsse und deren Entwicklung. Die folgenden Analysen betreffen dabei schwerpunktmäßig den mit dieser Studie abgedeckten Zeitraum:

Holzinger (2009) analysiert die Hauptursachen der Gefährdung der Zikaden in Österreich und gibt eine Reihung der bedeutendsten Ursachen nach Anzahl der betroffenen Arten: Dabei sind mehr als 100 Arten von folgenden Ursachen betroffen (mit fallender Bedeutung): Flurbereinigung, Aufgabe extensiver Bewirtschaftung, Umwandlung Grünland in Acker, Intensive Wiesenbewirtschaftung, Intensive Weidewirtschaft, Aufforstung in Tieflagen, Sukzession nach Nutzungsaufgabe, Wiesendüngung, Entfernung von Saumstrukturen und Pestizideinsatz.

Huemer (2016) gibt auf Basis langjähriger Erfahrungen eine etwas stärker pauschalisierende Wertung über die Stärke der negativen Wirkung von Einflussfaktoren auf Schmetterlinge in Österreich: An erster Stelle werden die Faktoren „Verbauung, Verkehrserschließung, Technisierung“ sowie „Landwirtschaftliche Intensivierung, Nutzungsaufgabe“ genannt, noch vor z. B. „Einsatz von Pestiziden“.

Bieringer & Weißmair (2017) können in ihrer Analyse der Rückgangsursachen der heimischen Heuschreckenarten aufgrund der detaillierten Datenlage für eine artenarme Insektengruppe stärker in die Tiefe gehen und identifizieren folgende Entwicklung als ausschlaggebenden Hintergrund für rückläufige Bestände: Die Zunahme der Vegetationsdichte im Grünland als Folge des Stickstoffeintrags in Kombination mit dem Rückgang traditioneller Landnutzungs-

formen. Bezeichnenderweise konzentrieren sich die von rückläufigen Arten verwaisten Rasterfelder inzwischen nicht auf die artenreichsten Gebiete in den Tieflagen, sondern liegen weit verbreitet in den Grünlandregionen des Alpenbogens.

In der umfangreichen Studie zur Situation der Insekten in Österreich durch Rabitsch et al. (2020) wurden aufgrund einer Auswertung der Roten Listen besonders hohen Gefährdungsanteile bei Bewohnern der ostösterreichischer Trockenstandorte, natürlicher Fließgewässer-Ufer sowie von Feuchtwiesen und Mooren festgestellt, ein Befund, der sich gut mit den Erkenntnissen der Risikoeinschätzung unserer Insektenstichprobe deckt (Kapitel D-5.3.2).

Die folgenden Abschnitte diskutieren die Erkenntnisse der in den Kapiteln D-3 und D-4 aufgeführten Wirkfaktoren in Bezug zu den Ergebnissen der Freilanderhebungen (Kapitel D-7 und D-8) sowie der Analyse der Insektenmerkmale (Kapitel D-5.2), wobei aus Gründen der Übersichtlichkeit die im Dokumentationsband vorgenommene Reihenfolge eingehalten wird. Diese Kapitelreihenfolge darf nicht als Priorisierung der Bedeutung des Wirkfaktors auf Insektenpopulationen in Österreich angesehen werden, denn eine abschließende Quantifizierung ihrer Bedeutung für die Veränderung der Insektenwelt ist trotz der mit der „Insektenstudie“ gewonnenen neuen Erkenntnisse aufgrund der großen Komplexität des Themas für Österreich seriöserweise nicht möglich.

4.1 Wirkung von insektentoxischen Stoffen in der Landschaft

Einen Überblick über die Wirkung des anthropogenen Eintrages toxischer Stoffe auf Insekten gibt Kapitel D-3.1.1, wobei die Bedeutung dieses Faktors auf Rückgänge von Insekten, vor allem von Nicht-Zielarten, durch eine breite Zahl von internationalen Studien gut belegt ist (z. B. Pisa et al. 2014, Zaller & Brühl 2019, weitere siehe Kapitel D-3.1.1). Sehr problematisch ist in diesem Zusammenhang jedoch die Abschätzung der tatsächlichen Bedeutung dieses Wirkfaktors in der österreichischen Landschaft sowie der Veränderung des Einflusses in den letzten 30 Jahren. Hintergrund dafür ist der Umstand, dass es gerade zu diesem potentiell hoch wirksamen Wirkfaktor kaum standardisierte Daten zum tatsächlichen Einsatz in der Landschaft sowie zur Belastung von Boden, Pflanzenkleid und Wasserkörper aus Österreich gibt (vgl. Kapitel D-4.1.1). So ist zwar der Einsatz von Insektiziden mengenmäßig in den vergangenen 30 Jahren relativ konstant geblieben bzw. leicht gesunken. Dies kann jedoch nicht als Maß für die Wirksamkeit auf Insekten herangezogen werden, da parallel dazu eine stetige Weiterentwicklung hin zu effizienteren und zielgerichteten Anwendungen zu beobachten ist. Auch der Eintrag anderer potentiell insektentoxischer Stoffe aus Industrie, Verkehr u. a. (z. B. Persistente organische Schadstoffe POP) ist zwar bis auf die höchsten Alpengipfel nachweisbar (wie das laufende Forschungsprojekt protectAlps in Kooperation von Bayern und Land Salzburg zeigt),

Akkumulation und Insektenwirksamkeit sind jedoch praktisch nicht quantifizierbar. Dieser Aspekt des Eintrags insektentoxischer Stoffe in die Umwelt ist ebenfalls durch fehlende langfristige und großflächige Überwachungssysteme derzeit nicht quantitativ beurteilbar.

Im Zuge der österreichweiten Freilandhebungen von Heuschrecken und Fangschrecken wurde geprüft, ob es zu unterschiedlichen Veränderungen der Artenvielfalt und Häufigkeit in Abhängigkeit vom Vorkommen unterschiedlich stark mit Insektiziden behandelter Schlagnutzungsarten kommt (vgl. Kapitel D-7.2.5). Es zeigte sich, dass es einen starken positiven Zusammenhang zwischen der Artenvielfalt und dem Ausmaß insektizidbehandelter Kulturen gibt – der Einsatz von Insektiziden (und wohl auch anderen Pflanzenschutzmitteln in der Landwirtschaft) also vorwiegend in artenreichen, sowohl für Landwirtschaft als auch für Heuschrecken attraktiven Landschaften stattfindet. Ein deutlicher Hinweis auf populationsmindernde Effekte der vorwiegend im Ackerbau eingesetzten Insektizide ergab sich jedoch aus dem aktuell fehlenden positiven Zusammenhang der mittleren Häufigkeit der Heuschrecken mit dem Ackeranteil (der in den 1990er Jahren noch bestand), dem eine signifikant erhöhte mittlere Häufigkeit mit steigendem Anteil Biologischer Wirtschaftsweise gegenübersteht (Kapitel D-7.2.5). Die Zunahme der Biologischen Wirtschaftsweise dürfte jedenfalls die Wirkung insektentoxischer Stoffe in der Landschaft in den letzten 30 Jahren abgemildert haben, wozu zusätzlich auch das EU-weite Verbot mancher besonders wirksamer Insektizide beigetragen haben könnte. So fällt die Zunahme der Tagfalterdichten in der Ackerlandschaft von 2007/08 auf 2017/18 (Kapitel D-8.1.5) in einen Zeitraum nach dem Teilverbot von ausgewählten Neonicotinoiden ab dem Jahr 2013.

Der direkte Einfluss von insektentoxischen Stoffen auf die Veränderung von Insektenpopulationen in Österreich ist jedenfalls mit den vorhandenen Grundlagendaten, v. a. hinsichtlich Menge und Wirksamkeit der ausgebrachten Stoffe im konkreten Lebensraum, nicht messbar und muss daher vorerst offen bleiben. Angesichts der breiten öffentlichen Diskussion zu diesem Thema und der offensichtlich hohen Bedeutung als Wirkfaktor (vgl. Kapitel D-3.1.1) ist hier dringender Forschungsbedarf gegeben.

4.2 Wirkung von nächtlicher Beleuchtung

Die Effekte nächtlicher Beleuchtung als direkt negativ auf Insekten wirkender Wirkfaktor sind gut untersucht und auch die Verteilung der Lichtquellen sowie die Veränderung dieses Faktors in Österreich in den letzten 30 Jahren ist zumindest grob quantifizierbar. Ausgehend von der deutlichen Zunahme der flächigen Ausdehnung von beleuchteten Wohn- und Gewerbegebieten sowie Verkehrswegen und wohl auch durch gestiegene Ansprüche an die Ausleuchtung des menschlichen Siedlungsraumes hat die nächtliche Beleuchtungsintensität in Österreich seit

1990 um etwa 70 % zugenommen. Betroffen sind davon vor allem die Ballungsräume und Tallandschaften, wo gleichzeitig aus klimatischen Gründen die Artenvielfalt der meisten Insektengruppen besonders hoch ist. Zweifelsohne kommt es daher während der Vegetationsperiode alljährlich zu einem massiven Verlust an Insektenindividuen. Ähnlich wie bei den insektentoxischen Stoffen ist dieser Verlust und seine Auswirkungen auf das Vorkommen und den Bestand von Insektenpopulationen in Österreich mit dem vorhandenen Datenmaterial nicht quantifizierbar, nicht zuletzt da Lichtquellen aufgrund unterschiedlicher Emissionsspektren und Lichterzeugung unabhängig von der Leuchtstärke sehr unterschiedliche Lockwirkungen entfalten.

Wie bei den anderen direkt insektentödlichen Wirkfaktoren ist es entscheidend, ob angrenzende Lebensräume weiterhin ausreichend Potential aufweisen, um die direkten Verluste ihrer Populationsanteile auszugleichen. Der überwiegende Teil der Insekten kann prinzipiell mit großen Verlusten, z. B. durch insektenfressende Vögel oder Spinnen sowie durch ungünstige Wetterlagen, umgehen (vgl. Kapitel D-3.1). Bei sinkendem Regenerationspotential werden aber diese direkt wirksamen Faktoren populationsrelevant und können Bestandsrückgänge beschleunigen. Inwieweit dies in Österreich bedingt durch Lichtverschmutzung der Fall ist, lässt sich jedoch mit den derzeit vorhandenen Daten nicht beantworten.

4.3 Wirkung von Kollisionen

Ähnlich wie bei dem Wirkfaktor der nächtlichen Beleuchtung hat sich die Gefahr für Insekten mit technogenen bewegten Strukturen, v. a. Fahrzeugen, aber auch zunehmend Windkraftanlagen, zu kollidieren, in den letzten 30 Jahren in Österreich markant erhöht. Im Untersuchungszeitraum ist das Verkehrsaufkommen in Österreich um über 80 % angestiegen, auch die Ausdehnung des Straßennetzes schreitet stetig voran und erreichte in den letzten 30 Jahren auch große, zuvor unzerschnittene Landschaftsausschnitte. Windkraftanlagen als weitere sich bewegende Strukturen im von Insekten genutzten Luftraum sind im Untersuchungszeitraum in der aktuell üblichen großtechnischen Ausführung mit derzeit über 1.300 Windrädern neu in die Landschaft hinzugekommen. Eine direkte Quantifizierung der Auswirkung dieser Kollisionen auf Insektenpopulationen wurde in Österreich jedoch noch nie untersucht bzw. auch nicht annähernd geschätzt (mit Ausnahme einer groben Kalkulation der von Windkraftanlagen potentiell betroffenen Insektenmenge, vgl. M. Tiefenbach in Rabitsch et al. 2020).

Eine Hochrechnung britischer und holländischer Vergleichswerte mit den österreichischen Verkehrsverhältnissen lässt jedoch erahnen, dass die alljährlichen Populationsverluste durch

den Verkehr (und in weitaus geringerem Ausmaß durch Windkraftanlagen) enorm sind (vgl. Kapitel D-4.1.3). Gerade bei einer Straßenführung in Lebensräumen mit hohen Individuendichten und Artenzahlen von Insekten, z. B. entlang von Waldrändern oder durch kleinteilige Kulturlandschaften, können die Verluste selbst bei geringer Verkehrsdichte weitaus bedeutsamer sein als auf stark befahrenen Straßen fernab von stark besiedelten Insektenhabitaten. Konkrete Untersuchungen dazu fehlen in Österreich zur Gänze und auch aus den mit der „Insektenstudie“ durchgeführten Wiederholungserhebungen lässt sich dieser komplexe Wirkfaktor nicht beurteilen. Der Beitrag, den Verluste durch Kollisionen zur Veränderung der heimischen Insektenwelt beitragen, kann daher nicht eingeschätzt werden.

4.4 Wirkung von Maschineneinsatz in der Landschaft

Im Gegensatz zu dem Verlust durch Kollisionen mit Verkehrsmitteln sind die Verluste, die durch Maschineneinsatz im Zuge der Bewirtschaftung und Pflege der Kulturlandschaft auftreten, als deutlich gravierender einzuschätzen, da sie vorwiegend direkt im Fortpflanzungsraum von Insekten, die auf bewirtschaftete Flächen oder deren Randstrukturen angewiesen sind, geschehen. Während Kollisionen an Verkehrswegen – ähnlich wie die Verluste an nächtlicher Beleuchtung – vielfach umherstreifende Tiere in der geflügelten Form, möglicherweise bereits nach Abschluss der Fortpflanzungsperiode, treffen, deren Verlust also nur eingeschränkt populationswirksam ist, werden bei maschinellem Einsatz im Lebensraum nicht nur die flugfähigen erwachsenen Insekten, sondern auch flugunfähige bzw. wenig mobile Arten (das ist der überwiegende Teil der heimischen Insektenwelt) sowie deren Larvenstadien getroffen. Die Pflege eines Straßenrandes mit einem Schlegelmulcher ist somit für die lokale Insektenpopulation als deutlich populationsrelevanter einzuschätzen als die Wirkung der die Straße nutzenden Fahrzeuge.

Vor allem der kontinuierliche Rückgang der menschlichen Arbeitskraft in der Land- und Forstwirtschaft mit einem Rückgang von 38 % in den letzten 30 Jahren sowie die zunehmende Bedeutung maschineller Arbeitsmethoden in der Landschaftspflege (z. B. bei den Gemeinden und Straßenmeistereien) führte zu einer markanten Ausweitung des Maschineneinsatzes in der österreichischen Landschaft (vgl. Kapitel D-4-1-4). Auch die Entwicklung schnellerer und effizienterer, dabei auch deutlich insektenschädlicherer Arbeitsweisen wie der Umstieg von Balken- auf rotierende Kreiselmäherwerke sowie der vermehrte Einsatz von Mähauflbereitern erhöhen die Mortalitätsraten von Insekten in kontinuierlichem Ausmaß (vgl. Kapitel D-3.1.4). Da der überwiegende Teil der österreichischen Landesfläche in Bewirtschaftung bzw. kontinuierlicher Pflege steht und diese vorwiegend maschinell durchgeführt wird, müssen die Verluste durch Maschineneinsatz als der bedeutendste anthropogene Mortalitätsfaktor, der direkt auf das Insektenindividuum einwirkt, eingestuft werden.

Entscheidend für die konkrete Auswirkung auf Insektenpopulationen ist auch bei diesem Wirkfaktor der Bedeutung des betroffenen Lebensraumes für die regionale Insektenfauna, da Maschineneinsätze in individuenreichen Standorten, die vielfach als „Insektenquellen“ für die umgebende Landschaft fungieren, dadurch überregionale Auswirkungen entfalten können. Auch die zeitliche Eintaktung in die Lebenszyklen der Insekten sowie die Häufigkeit des Einsatzes kann ganz entscheidend das Ausmaß der negativen Wirkung beeinflussen. Aufgrund fehlender Daten zum Einsatz von Maschinen in konkreten Landschaftsausschnitten liegen auch keine Fallstudien aus Österreich vor, die das Ausmaß der Einflüsse abschätzen lassen. Die Ergebnisse von Studien zu den Verlustraten unterschiedlicher Mäh- und Häckselgeräte aus Nachbarländern lassen sich jedoch aufgrund der vergleichbaren maschinellen Ausstattung auf Österreich übertragen (vgl. Kapitel D-3.1.4) und zeigen auch Lösungsmöglichkeiten hin zu insektenfreundlichen Arbeitsweisen auf.

4.5 Wirkung von Verbauung und Versiegelung

Die Zunahme der Verbauung und Versiegelung von Lebensräumen gehört in Österreich zu den gut dokumentierten und seit langem auch intensiv diskutierten Wirkfaktoren, die Insektenpopulationen beeinflussen (vgl. Kapitel D-3.2.1). Während der 30jährigen Untersuchungsperiode sind in Österreich etwa 1.580 km² verbaut oder versiegelt worden, was einer Zunahme dieses Flächentyps um 38 % entspricht; bezogen auf die Landesfläche sind damit etwa 2 % als Insektenlebensraum weitgehend verloren gegangen (vgl. Kapitel D-4.2.1). Regional sind diese Verluste noch deutlich stärker – so nahm auf den Testflächen in der in Ackerbaugebieten durchgeführten BINATS-Studie von 2007/08 bis 2017/18 die versiegelte Fläche um 10 % zu, obwohl Siedlungsräume bei der Probeflächenauswahl weitgehend gemieden wurden (Kapitel D-8.1.2).

Problematisch ist dabei, dass der Anteil naturschutzfachlich wertvoller Lebensräume in der aktuellen Baulandwidmung (und wohl auch in der bereits verbauten Fläche) überdurchschnittlich hoch ist, die Wirksamkeit dieses Faktors daher über den reinen Flächenverlust hinausgeht und tendenziell insektenreiche Standorte stärker betrifft. Vor allem in wachsenden Ballungsräumen wie Wien können diese in Relation zur Gesamtfläche geringfügig wirkenden Flächenverluste sehr bedeutsame Ausmaße annehmen, mit belegten negativen Auswirkungen auf Insektenpopulationen (vgl. Kapitel D-4.2.1).

4.6 Wirkung des Rückgangs von Nahrungspflanzen

Die Verarmung der Pflanzenartenvielfalt in den Lebensräumen der heimischen Insekten stellt einen bedeutenden Wirkfaktor vor allem für Arten mit spezialisierter Nahrungswahl dar. Sie betrifft nicht nur die Ackerlandschaft, wo mechanische Beikrautbekämpfung und Einsatz von Herbiziden die Beikrautgemeinschaften verarmen lassen, sondern auch das Grünland, wo vor allem die Intensivierung der Wiesen- und Weidenutzung das Artenspektrum einengen. Letztendlich werden vor allem durch die Eutrophierung über atmosphärischen Eintrag auch Wälder sowie naturnahe und unbewirtschaftete Standorte, selbst in Schutzgebieten pflanzenartenärmer (vgl. Kapitel D-3.2.2).

Trotz der weit über die Wirkung auf Insektenpopulationen hinausgehenden Bedeutung dieses Wirkfaktors auf die heimischen Ökosysteme liegen kaum vergleichende Befunde vor, die diese Entwicklungen quantifizieren können. Der Verlust der Segetalflora der Ackerlandschaft spiegelt sich zumindest in den Roten Listen der gefährdeten Pflanzen schon seit längerem wider, zunehmend rücken jedoch auch die einst weit verbreiteten Arten der klassischen Heublumenwiesen in höhere Gefährdungsklassen (L. Schratt-Ehrendorfer et al. in Vorb. für die aktuelle Rote Liste der Gefäßpflanzen Österreichs).



Abbildung 8: Die Raupe des Osterluzeifalters *Zerynthia polyxena* frisst ausschließlich an der Osterluzei *Aristolochia clematitis*, das Pflanzengift schützt die Art überdies vor Fressfeinden. Rückgänge der außerhalb des Pannonikums hochgradig gefährdeten Wirtspflanze führten in der Vergangenheit auch zum Schrumpfen des Verbreitungsareals dieses EU-weit geschützten Falters (Marchauen bei Ringelsdorf/NÖ).

Die enge Bindung eines bedeutenden Teils der heimischen Insektenwelt an eine ganz bestimmte Pflanzenart oder -gattung konnte im Zuge unserer Einstufung der Insektenstichprobe eindrücklich gezeigt werden (vgl. Kapitel D-5.3.1). So sind von den über 4.000 untersuchten Insektenarten 24 % auf eine bestimmte Pflanzengattung angewiesen, bei 425 Arten liegt eine Bindung an eine einzige Art vor, sodass mit dem Verschwinden dieser Pflanze auch die jeweils angepasste Insektenart aussterben muss (z. B. Abbildung 8). Die österreichweite Gefährdung der Nahrungspflanzen der in Kapitel D-5.1 analysierten monophagen Insekten weist im Schnitt aber geringere Aussterberisiken sowie einen erhöhten Anteil ungefährdeter Arten auf als die gesamtösterreichische Pflanzengemeinschaft (Kapitel D-5.3.2), was das Risiko für rückläufige Bestände bei den betreffenden Arten verringert. Trotzdem weisen Arten mit eingengtem Nahrungsspektrum ein signifikant höheres Rückgangsrisiko auf als die polyphagen Arten der Insektenstichprobe.

Die hier zusammengefassten Befunde belegen die große Bedeutung des Rückgangs der Nahrungspflanzenvielfalt in den Lebensräumen der Insekten, vor allem bedingt durch die Großflächigkeit des Wirkfaktors. Leider existieren auch hierzu keine überregionalen Untersuchungen in Österreich, die den Zusammenhang zwischen den Veränderungen der Pflanzenartenzusammensetzung und den Insektenpopulationen in einen quantifizierbaren Rahmen stellen. Im Zuge unserer Wiederholungserhebungen wurden jedoch für die Hummeln der Extensivwiesen des Wenger Moores im Flachgau (Kapitel D-7.4.4) sowie des alpinen Großglocknergebietes (Kapitel D-7.5.4) die Veränderungen im von den Hummeln genutzten Blütenangebot dokumentiert. In den alpinen Testflächen wurde in der aktuellen Erhebung ein um 24 % breiteres Pflanzenartenspektrum als in der Ersterhebung nachgewiesen, im Flachgau blieb das genutzte Angebot relativ stabil. Es kam jedoch zu deutlichen Veränderungen bei den dominanten Nektar- und Pollenquellen, besonders auffällig im Flachgau durch die Einwanderung des invasiven Drüsigen Springkrautes *Impatiens glandulifera*. Zumindest in extensiv bewirtschafteten Gebieten könnte die Auswirkung des Nahrungspflanzenverlustes zumindest regional gering ausfallen und in den Hochlagen scheint eine wohl klimaerwärmungsbedingte Ausweitung des Nahrungsspektrums möglich.

4.7 Wirkung der Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung

Dieser Wirkfaktor überschneidet sich mit einer Reihe weiterer bereits genannter Wirkfaktoren, vor allem mit dem Einsatz insektentoxischer Stoffe, der Erhöhung des maschinellen Einsatzes sowie des Verlustes von Nahrungspflanzen und bewirkt auch den nachfolgend diskutierten Rückgang traditioneller Wirtschaftsweisen. Dieser Wirkfaktor(enkomplex) ist jedenfalls in der internationalen Literatur mit seinen Auswirkungen gut erfasst und als einer der wesentlichen Treiber von Veränderungen der Insektenpopulationen identifiziert (vgl. Kapitel D-3.2.3).

Intensivierung kann hinsichtlich einiger charakteristischer Parameter zumindest ansatzweise in Österreich quantifiziert werden, wie etwa durch die Umwandlung von maximal zweimähdigem in mehrmähdiges Grünland im Ausmaß von etwa 690.000 ha in den letzten 30 Jahren (vgl. Kapitel D-4.2.3).

Im Zuge unserer Wiederholungserhebungen konnte für den Aspekt der Intensivierung der Grünlandnutzung bei den österreichweiten Erhebungen der Heuschrecken und Fangschrecken eine signifikante Auswirkung auf deren Populationen belegt werden (Kapitel D-7.2.5): Testflächen mit einer Intensivierung in der Grünlandnutzung seit den 1990er Jahren wiesen abnehmende Artenzahlen auf (im Schnitt um 1,0 Arten), während auf Testflächen ohne derartige augenscheinliche Veränderungen im Grünland die Artenzahl im Mittel um 1,7 anstieg. Eine sichtbare Intensivierung der Grünlandbewirtschaftung wurde dabei in 35 % aller Testflächen festgestellt, was den überwiegenden Teil der Testflächen mit Grünlandvorkommen betrifft. Auch Artenzahl und Dichte von Hummeln in den Testflächen im Flachgau blieben in den traditionell bewirtschafteten Wiesen stabil, während benachbarte intensivierte Mähwiesen deutlich geringere Werte aufwiesen (Kapitel D-7.5.5).



Abbildung 9: Ein im Untersuchungszeitraum deutlich häufiger gewordener Anblick – intensiviert Grünlandnutzung mit Erhöhung von Schnitthäufigkeit und Düngegaben, hier in Nahbereich einer Testfläche der österreichweiten Heuschreckenerhebung (Rheintal bei Lauterach).

Landschaftsräume mit überwiegend zweimähdigen Wiesen scheinen diese negative Entwicklung nicht in demselben Ausmaß durchzumachen, wie die Wiederholungserhebungen der Wanzen und Zikaden in den für eine vergleichbar intensive Wiesennutzung zu trockenen Lagen Südestösterreichs zeigen: Hier konnte im Vergleichszeitraum 2008 bis 2020 eine zunehmende Angleichung von Artenbestand und Individuendichte zwischen extensiv bewirtschaftetem Grünland in der Fördermaßnahme „WF-Naturschutz“ und angrenzenden „normal“ bewirtschafteten Wiesen und Weiden auf stabilem bis leicht zunehmendem Niveau festgestellt werden (vgl. Kapitel D-7.6.7). Der massiv zunehmende Anteil an Grünlandwirtschaft mit biologischer Wirtschaftsweise dürfte hier jedoch nach den Ergebnissen von Holzer et al. (2019) keine signifikante Auswirkung auf die untersuchten Insektenbestände haben, was sich auch in ausbleibenden Zusammenhängen zwischen Veränderungen der Heuschreckenpopulationen und Anteilen biologischer Wirtschaftsweise bei der österreichweiten Erhebung andeutet (Kapitel D-7.2.5).

Im Gegensatz zum Grünland scheinen die Intensivierungsschübe im Ackerland während des Untersuchungszeitraumes weitgehend abgeschlossen oder nicht (mehr) in vergleichbarem Ausmaß auf Insektenpopulationen wirksam sein. So zeigen die Bestandsveränderungen der Tagfalter und Heuschrecken im Projekt BINATS von 2007/08 auf 2017/18 im Intensivackerland keine abnehmenden Entwicklungen hinsichtlich Individuendichte oder Artenzahl (Kapitel D-8.1.3). Auch bei den österreichweit wiederholten Heuschreckenerhebungen konnten keine klaren Zusammenhänge von Bestandsveränderungen mit Intensivierungsparametern in Ackerbaugebieten gefunden werden (Kapitel D-7.2.5). Auch für den aktuell stark zunehmenden Anteil an Ackerflächen mit biologischer Wirtschaftsweise konnten keine klaren Auswirkungen auf die untersuchte Insektenvielfalt nachgewiesen werden, was sich ebenfalls mit den Ergebnissen von Holzer et al. (2019) deckt.

Vor allem in der zweiten Hälfte der Untersuchungsperiode dürfte somit die Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung vorwiegend im Grünland, und hier vor allem in den niederschlagsreichen Gunstlagen des nördlichen Alpenvorlandes und seiner Ränder, wo vielschnittige Wiesennutzung und intensive Dauerweide wirtschaftlich möglich ist, maßgeblich – und hier vor allem negativ – auf die Entwicklung von Insektenpopulationen einwirken.

4.8 Wirkung des Rückgangs traditioneller Nutzungsformen

Die Bedeutung traditioneller Nutzungsformen für Artenreichtum und Individuendichte von Insekten ist auch in Österreich durch aussagekräftige Studien vor allem für landwirtschaftlich genutzte Lebensräume gut dokumentiert (z. B. Holzer et al. 2019) und auch für den Wald liegen Belege über die große Bedeutung der traditionellen Mittel- und Niederwaldnutzung vor (z. B.

Denner 2020, Kapitel D-3.2.4). Im Gegensatz zu den meisten anderen Wirkfaktoren liegen für die Veränderung traditioneller landwirtschaftlicher Nutzungsformen aus den letzten 30 Jahren verlässliche nationale Daten vor, die teils drastische Rückgänge dieser Nutzungsarten, vor allem der einmähdigen Wiesen, Streuwiesen, Bergmäher und Hutweiden aber auch des zweimähdigen Grünlandes, belegen (vgl. Kapitel D-4.2.4, Tabelle 3). Die österreichweiten Rückgänge dieser Grünlandflächen liegen dabei je nach Schlagnutzung zwischen 40 und 75 % während der Untersuchungsperiode, was bedeutet, dass ein bedeutender Teil der Biodiversität des Grünlandes in Österreich seine Lebensgrundlage verloren hat. In der österreichweiten Wiederholung der Heuschreckenerhebungen musste in 51 % aller Testflächen Verbrachung oder gar Wiederbewaldung von Extensivgrünland festgestellt werden – diese Aufgabe der traditionellen, für Insekten hoch bedeutsamen Landnutzung ist daher ein österreichweites Phänomen (vgl. Kapitel D-7.2.5). Auch in der Ackerlandschaft der Tieflagen, wo Grünlandflächen nur mehr in geringen Prozentanteilen vorhanden sind, kam es nach den Ergebnissen des von 2007/08 bis 2017/18 laufenden BINATS-Projektes zur Abnahme von Grünland und Grünlandbrachen um 6,6 %, bei parallel verlaufender Zunahme der Wald- und Gehölzflächen, was eine auch aktuell stattfindende Wiederbewaldung bzw. Aufforstung dieser letzten Reste traditioneller Wiesennutzung nahe legt (vgl. Kapitel D-8.1.2).

Auch in Wäldern sind die traditionellen, insektenfreundlichen Nutzungsformen in den letzten 30 Jahren deutlich zurückgegangen mit Rückgängen des Ausschlagwaldes von 16 % zwischen 2007 und 2016 und daraus ableitbar deutlich höheren Verlusten über den gesamten Untersuchungszeitraum (vgl. Kapitel D-4.3). Traditionelle Nutzungsformen erhalten überdies vielfach Lebensräume mit extremen hydrologischen Bedingungen, sowohl am sehr trockenen als auch sehr feuchten Ende des Spektrums. Arten von derartigen Feuchtgebieten im weiteren Sinne (wobei besonders Moorbiotope hervorstechen) als auch von Sand- und Salzstandorten weisen die höchsten Risiken auf rückläufige Bestände in der analysierten Insektenstichprobe auf (vgl. Kapitel D-5.3.2, siehe auch Milasowszky & Zulka 2021), sodass Verluste dieser traditionell bewirtschafteten Extensivflächen mit hoher Wahrscheinlichkeit lokale bis regionale Aussterbeereignisse mit sich ziehen.

Die Auswirkung des Bestehens traditioneller Nutzungsformen auf Insektenpopulationen im Grünland konnten im Zuge der österreichweiten Wiederholung der Heuschreckenerhebungen bestätigt werden – Testflächen mit anhaltender Bewirtschaftung von Extensivgrünland zeigten deutliche Zunahmen im Artenreichtum (im Schnitt um 1,7 Arten), während solche ohne traditionelle Wiesenbewirtschaftung artenärmer wurden (vgl. Kapitel D-7.2.5). Keinen Zusammenhang konnten wir jedoch mit der Verteilung auf Häufigkeitsklassen der festgestellten Heuschrecken feststellen. Untersuchungen zur Veränderung der Insektenpopulationen nach z. B. Umwandlung von Nieder- und Mittelwäldern in Hochwälder oder die Aufgabe der Kopfbaumnutzung, wie es im Untersuchungszeitraum in beträchtlichem Ausmaß geschehen ist

(Kapitel D-4.3), liegen leider nicht vor, sehr wohl aber aktuelle Studien, die die große Bedeutung dieser Waldbewirtschaftungsformen für Insekten darlegen (z. B. Forstverwaltung Untere Marchauen 2019, Denner 2020). Auch hier muss ähnlich wie im Grünland mit massiven Einflüssen auf Artenreichtum und Bestände von Insektenpopulationen ausgegangen werden.

4.9 Wirkung der Verluste von Sonderstrukturen

Die Bedeutung von Sonderstrukturen, das sind vielfach nur klein- bis kleinstflächige Landschaftselemente in sonst tendenziell gleichförmiger Umgebung wie eine lokale Nassstelle in einer Mähwiese oder ein Überhälter in einem gleichaltrigen Waldbestand, ist für den Artenreichtum einer Insektengemeinschaft und oft auch für das Aufrechterhalten einer gewissen Populationsdichte von großer Bedeutung (Kapitel D-3.2.5). Die Bewertung unserer Insektenstichprobe zeigte für lediglich 36 % der behandelten Arten, dass Sonderstrukturen keine Bedeutung haben oder dass diese auch heute in ausreichendem Ausmaß vorhanden sind. Im Gegensatz dazu weisen über 10 % eine obligatorische Bindung an Habitatelemente auf, die bereits so selten oder direkt von Schutzmaßnahmen abhängig sind, dass es in Österreich immer unwahrscheinlicher wird, diese in ihrem Lebensraum anzutreffen (Kapitel D-5.3.1). Dementsprechend ist die mäßige bis starke Bindung an Sonderstrukturen eine der signifikanten Risikofaktoren für eine rückläufige Bestandsentwicklung (Kapitel D-5.3.2).

Das Verschwinden dieser Sonderstrukturen aus der land- und forstwirtschaftlich genutzten Kulturlandschaft, aber auch aus dem Siedlungsraum ist lokal und regional vielfach dokumentiert, jedoch fehlt auch hier mit Ausnahme weniger spezieller Sonderformen eine nationale Bilanzierung, die das Ausmaß der Veränderung in den letzten 30 Jahren quantifizieren könnte. Im Zuge unserer Wiederholungserhebungen konnten bei den österreichweiten Heuschreckenerhebungen an zumindest 10 % der Testflächen augenfällige Verluste von Sonderstrukturen festgestellt werden (Kapitel D-7.2.5) und in der in Ackerbaugebieten durchgeführten BINATS-Studie verschwanden von 2007/08 bis 2017/18 insgesamt 10 % der linearen Gehölzstrukturen (Kapitel D-8.1.2).

Eine gut quantifizierbare, und in ihrer Wichtigkeit für artenreiche Insektengemeinschaften für Österreich gut belegte Sonderstruktur sind stillgelegte Ackerflächen (zur Bedeutung siehe z. B. Holzer et al. 2019). Die Fläche dieser Ackerbrachen in Österreich nahm im Zuge von agrarpolitischen Entscheidungen im Laufe der 1990er Jahre stark zu, um dann nach einem Höchststand zu Anfang der 2000er Jahre aufgrund geänderter Rahmenbedingungen wieder um fast die Hälfte zurückzugehen (vgl. Kapitel D-4.2.5). Die Auswirkungen auf die Insektenpopulationen in der Ackerlandschaft dürften entsprechend gravierend gewesen sein, so wie es etwa für Brutvögel der Ackerlandschaft durch die Erhebungen von BirdLife Österreich gut belegt ist

(Teufelbauer et al. 2017). Im langjährigen Vergleich von den 1990er Jahren mit der heutigen Situation konnte jedoch weder in der österreichweiten Heuschreckenerhebung (Kapitel D-7.2.5) noch bei der Tagfalter- und Heuschrecken-Erhebung von BINATS (Kapitel D-8.1.3) ein Zusammenhang mit dem Anteil von Ackerbrachen gefunden werden; die „Hochblüte“ der Ackerbrachenausstattung in der ersten Hälfte der 2000er Jahre ist jedoch mit unseren Erhebungen nicht erfasst worden.

4.10 Wirkung von Nährstoffeinträgen

Im Gegensatz zu den meisten anderen diskutierten Wirkfaktoren ist der Einfluss von Nährstoffeinträgen durch Lufteintrag flächenhaft in Österreich wirksam – wenn auch in regional stark unterschiedlichem Ausmaß – und kann daher auch weitab der Quellen, die vorwiegend im Verkehr und in der Landwirtschaft liegen, durch Veränderung des Lebensraumes auf Insekten wirksam sein (Kapitel D-3.2.6). Nährstoffanreicherung und damit gestiegene Produktivität im Lebensraum muss nicht zwingend zu Rückgängen in der Insektenwelt führen, da vor allem durch Stickstoffeintrag veränderte Magerstandorte mehr Arten und vor allem Biomasse beherbergen können (vgl. Panrok & Zuna-Kratky 2011 in Tabelle 1). Fast immer ist jedoch eine deutliche Veränderung des Artenspektrums mit dem Ausfall seltener und rückläufiger Spezialisten zu beobachten und bei fortgesetztem Nährstoffeintrag kann eine Degradierung des Lebensraumes letztendlich sehr wohl zu verringerten Insektendichten führen.

Der Eintrag von Stickstoff – dem relevantesten Pflanzennährstoff in diesem Zusammenhang – ist in Österreich während des Untersuchungszeitraumes gut dokumentiert. Die jährliche Deposition ist kontinuierlich gesunken, was vor allem auf einen rückläufigen Ausstoß der Verbrennungsmotoren im Verkehr zurückgeht, während die Stickstoffemissionen aus der Landwirtschaft in Summe leicht zugenommen haben, trotz markanter Ausweitung der biologischen Wirtschaftsweise. Da nur ein Teil davon durch biologische Aktivität und Auswaschung wieder aus dem System entweicht, ist das Nährstoffniveau der heimischen terrestrischen Lebensräume kontinuierlich angestiegen, mit entsprechenden Auswirkungen auf die Insektenwelt. So gelten 94 % der Waldflächen und 31 % der Offenlandgebiete als so stark mit Stickstoffeinträgen belastet, dass von ökologischer Veränderung ihres Charakters ausgegangen werden kann; wobei Wälder diese Fracht aber durch Erhöhung des Holzvorrats wohl besser abpuffern (vgl. Kapitel D-4.2.6). Eine andere Entwicklung haben hingegen aquatische Lebensräume und hier vor allem die Stillgewässer genommen, wo die Nährstoffeinträge vor allem durch Oberflächenwässer und nicht durch Lufttransport erfolgten und die aufgrund der stark ausgeweiteten Abwasserreinigung im Untersuchungszeitraum überwiegend wieder naturnahe Nährstoffniveaus erreicht haben – mit entsprechend wohl günstigen Auswirkungen auf die Insektenfauna.

Ein signifikanter Nachweis der Auswirkungen der Nährstoffakkumulation im Offenland konnte bei der österreichweiten Erfassung der Heuschrecken und Fangschrecken erbracht werden (vgl. Kapitel D-7.2.5). Etwa 20 % des Artenspektrums umfassen Arten, die auf nährstoffarme, schwachwüchsige Lebensräume angewiesen sind. Diese Gruppe hat im Untersuchungszeitraum im Gegensatz zu den übrigen Arten in Anzahl besiedelter Testflächen signifikant abgenommen und ihr aktuelles Vorkommen ist auch signifikant negativ mit dem Ausmaß des Stickstoffeintrags korreliert (Kapitel D-7.2.5). Ähnliche Anteile an „Hungerkünstlern“ sind auch bei den anderen Insektengruppen zu erwarten, sodass davon ausgegangen werden kann, dass ein nicht unbedeutender Teil der heimischen Arten durch die anhaltende Eutrophierung ihrer Lebensräume deutliche Bestandseinbußen zu verzeichnen hatte. Es zeigt sich auch, dass die Gruppe der xerothermophilen Bewohner des schwachwüchsigen und wärmebegünstigten Offenlandes, zu denen die meisten dieser Magerkeitszeiger gehören, in unserer ausgewerteten Insektenstichprobe ein erhöhtes Risiko für rückläufige Bestände aufweist (Kapitel D-5.3.2).

4.11 Wirkung der Klimaerwärmung

Die derzeit ablaufende Erwärmung der Atmosphäre durch den Anstieg der anthropogenen Treibhausgasemissionen ist der wohl am besten dokumentierte und aktuell am stärksten diskutierte Wirkfaktor, der in dieser „Insektenstudie“ behandelt wird. Während die Diskussionen über die konkreten Auswirkungen auf Insektenpopulationen teils kontroversiell sind und vor allem für die höheren Lagen von gravierenden negativen Auswirkungen ausgehen (vgl. Kapitel D-3.2.7) ist die Datenlage zu den konkreten zeitlichen und räumlichen Veränderungen der Temperaturen klar und aussagekräftig (Kapitel D-4.2.7). So hat die mittlere Temperatur in Österreich während des Untersuchungszeitraumes um über 1°C zugenommen, wobei diese Zunahme regional und jahreszeitlich noch deutlich stärker ausfiel (z. B. +1,6°C während der Vegetationsperiode im Bereich der Hohen Tauern, Illich & Zuna-Kratky 2022). Kaum Veränderung gab es hingegen bei den mittleren Niederschlägen, jedoch scheinen Extremwetterereignisse sowie unkalkulierbare, für Insekten ungünstige Wetterlagen wie z. B. Spätfröste zuzunehmen.

Konkrete Studien zur Reaktion von Insektenpopulationen auf die klimatischen Veränderungen in Österreich sind selten. Im Zuge der Wiederholungserhebungen für diese „Insektenstudie“ konnte jedoch eine Reihe von signifikanten Auswirkungen der Klimaerwärmung auf Insekten belegt werden. So sind die Heuschreckengemeinschaften der Hochlagen über der Waldgrenze sowohl arten- als auch individuenreicher geworden (Kapitel D-7.3.2) und die Hummelgemeinschaften zumindest – bei starken Schwankungen – stabil geblieben (Kapitel D-7.4.3). Gleichzeitig sind aber gerade die an alpine Verhältnisse angepassten Spezialisten sowohl unter den Heuschrecken als auch unter den Hummeln stärker unter Druck geraten und haben den

allgemeinen Trend nicht mitverfolgt – auch die an stabile Wirtspopulationen angewiesenen parasitären Kuckuckshummeln sind aus den Testflächen der Hochlagen verschwunden.

Die Artengemeinschaften der österreichweit verteilten Testflächen der Heuschrecken- und Fangschrecken-Erhebungen haben sich signifikant hin zu Arten mit wärmeren und trockeneren klimatischen Ansprüchen verschoben (Kapitel D-7.2.5), sodass ein „Umbau“ der Insektengemeinschaften in landesweitem Ausmaß angenommen werden kann. Dieser Effekt konnte jedoch bei den Hummeln weder in den Hochlagen noch in den Grünlandgebieten des Flachgau bestätigt werden, sodass hier bei dieser sozialen Art offensichtlich andere Faktoren den klimatischen Einfluss überdecken (Kapitel D-7.4.6 und D-7.5.6). Bei der Wiederholung der Wanzen- und Zikaden-Erhebungen auf Wiesen in Südostösterreich konnte wie bei den Heuschrecken eine signifikante Zunahme der Bewohner xerothermischer Offenlandhabitate zulasten von Arten mesophiler, also durchschnittlich temperierter und feuchter Lebensräume festgestellt werden, auch die klimatisch wenig anspruchsvollen Ubiquisten sind nun häufiger (Kapitel 7.6.5, vgl. auch Rabitsch 2008 zur „Mediterranisierung“ der heimischen Wanzenfauna).

Zusammenfassend zeigt sich, dass die klimatischen Veränderungen der letzten 30 Jahre in Österreich in Summe überwiegend vorteilhafte Auswirkungen auf Artenreichtum und Bestände der untersuchten Insektengruppen hatten. Dies lässt sich auch bei der Arealausweitung vieler weiterer Artengruppen, die nicht in unseren Freilandenerhebungen abgedeckt waren, ablesen (vgl. Kapitel D-6.2). Hintergrund dafür ist offensichtlich, dass es in Österreich mehr Insektenarten gibt, die hier eine durch die Minimaltemperatur limitierte Verbreitungsgrenze aufweisen, die sich nun im Zuge der Klimaerwärmung über weitere Teile des Landes verschieben kann. Gut belegt lässt sich dies für die Heuschrecken und Fangschrecken (vgl. Kapitel D-7.2.5), wo einer großen Zahl an Arten mit Ausbreitungspotential, denen Österreich im Durchschnitt noch „zu kalt“ ist, vergleichsweise wenige Arten mit Bevorzugung kühlerer Lagen gegenüberstehen.

Die derzeit überwiegend positive Reaktion von Insekten auf die aktuelle Klimaentwicklung dürfte auch dazu führen, dass viele der bisher genannten und definitiv negativ eingeschätzten Wirkfaktoren teilweise in ihren Auswirkungen überdeckt werden. Hierzu gibt es viele Beispiele wie die massive Ausbreitung der zu Anfang der 1990er Jahre noch als hoch anspruchsvolle, aber wärmeliebende Habitatspezialisten eingestuften Heuschreckenarten Große Schiefkopfschrecke *Ruspolia nitidula* oder Italienische Schönschrecke *Calliptamus italicus*, die in unseren Wiederholungserhebungen allesamt massive Ausbreitung gezeigt haben, trotz negativer Entwicklung der Qualität ihrer ursprünglichen Vorzugshabitate.

4.12 Wirkung der Ausbreitung von Neobiota

Das Auftreten nicht heimischer, vielfach außereuropäischer Tiere und Pflanzen ist ein viel beachtetes Phänomen unter floristisch und faunistisch interessierten Forscherinnen und Forschern und hat gerade in Österreich eine lange Tradition, die bereits in die Publikation einiger zusammenfassender Werke mündete (vgl. Kapitel D-3.2.8). Während über deren Auftreten und vielfach auch Verbreitung eine sehr gute Datenlage existiert, sind gezielte Untersuchungen zu deren Auswirkungen auf heimische Insektenpopulationen selten und oft nur von lokalem Bezug. Die stärksten Hinweise auf eine direkte Konkurrenzsituation zwischen invasiven Tierarten und heimischen Insekten liegen aus aquatischen Lebensräumen vor, deren Artengemeinschaften vor allem im Donaeinzugsbereich stellenweise ganz überwiegend von eingewanderten Arten dominiert werden (Kapitel D-4.2.8). Neophyten sind hingegen vor allem durch ihre Fähigkeit bedeutsam, natürliche Lebensräume massiv zu verändern und dabei eine reiche Wirtsinsektenwelt durch wenige, oft selbst neozoische Arten zu ersetzen (z. B. bei der Überwucherung artenreicher Trockenrasen durch die invasive Robinie *Robinia pseudacacia*, Kapitel D-3.2.8).

Im Zuge unserer Freilandhebungen konnten Neozoen unter den behandelten Insektengruppen nur in sehr geringen Anteilen (z. B. bei den Zikaden mit deutlich unter 0,1 % in den untersuchten Populationen nachgewiesen werden, wobei die festgestellten Trends auf diesem niedrigen Niveau in Summe erwartungsgemäß positiv ausfallen (Kapitel D-7.6.5). Auch unter den untersuchten Artengruppen unserer „Insektenstichprobe“ waren lediglich 0,7 % aller Arten von außereuropäischer Verbreitung und somit Neozoen in Europa. Der Einfluss von Neozoen auf terrestrische Insektengemeinschaften scheint somit (noch) gering zu sein.

Bei der Wiederholung der Hummelerhebungen im Flachgau zeigte sich jedoch die Bedeutung des neu eingewanderten Drüsigen Springkrautes *Impatiens glandulifera*, das 1988/89 noch gänzlich fehlte, aktuell jedoch die bedeutendste Nektarpflanze war und dabei die heimische Weiße Taubnessel *Lamium album* verdrängt hatte (Kapitel D-7.5.4). Neophyten können am ehesten als spätsommerliche und herbstliche Nektarquelle von Bedeutung für heimische Insekten sein, da in dieser Zeit nur wenige heimische Arten in größeren Beständen blühen, ganz im Gegensatz zu einigen nordamerikanischen Korbblütlern wie Goldrute *Solidago* oder bestimmten Astern der Gattung *Symphotrichum* (Abbildung 10). Dieser positive Effekt wird jedoch dadurch relativiert, dass zu dieser Jahreszeit nur mehr wenige heimische Arten dieses Angebot nutzen können, z. B. Wanderfalter wie der Admiral *Vanessa atalanta*.



Abbildung 10: Herbstliches Blütenmeer der nordamerikanischen Lanzett-Aster *Symphyotrichum lanceolatum* als wichtige Nektarquelle für Wanderfalter, gleichzeitig aber mit massiver Unterdrückung der heimischen artenreichen krautigen Auwaldvegetation und der darauf angepassten Insektenarten (Marchauen bei Drösing/NÖ).

4.13 Quantifizierung von Veränderung und Bedeutung der Wirkfaktoren

Die vorangegangenen Diskussionen zum Einfluss der unterschiedlichen Wirkfaktoren auf Insektenpopulationen in Österreich zeigen deutlich, dass das Wissen über Zusammenhänge und Wirkungen vielfach sehr gut und durch zahlreiche Studien belegt sind, die Datengrundlage aber konkret für Österreich vielfach unzureichend ist. Für viele Wirkfaktoren sind nur grobe Quantifizierungen zur Veränderung ihres Einflusses im Verlauf des Untersuchungszeitraumes der letzten 30 Jahre verfügbar und konkrete Fallstudien, die deren Auswirkungen auf heimische Insektenpopulationen belegen und auch quantitativ erfassbar machen, fehlen weitgehend. Durch die im Zuge der „Insektenstudie“ durchgeführten bzw. ausgewerteten Wiederholungserhebungen konnten für eine Reihe von Wirkfaktoren aussagekräftige Zusammenhänge dokumentiert werden, sodass eine Abschätzung ihrer Bedeutung nun leichter möglich ist. Für manche mit Sicherheit bedeutsame Faktoren, wie etwa den Eintrag insektentoxischer Mittel in die Landschaft, ist die Datenlage jedoch weiterhin unzureichend.

Tabelle 3 gibt eine Zusammenfassung über die im Zuge der „Insektenstudie“ behandelten Wirkfaktoren, die in Österreich maßgeblich auf Insektenpopulationen Einfluss nehmen, und nennt charakteristische Werte zur Quantifizierung ihrer Veränderungen während der Untersuchungsperiode. Die Flächenwirksamkeit des Wirkfaktors wird durch eine grobe Zuordnung zu den betroffenen Nutzungsräumen vorgenommen, um einen Überblick zu erhalten, wie ausgedehnt dieser Wirkfaktor überhaupt Einfluss nehmen kann. Die Wirkung auf Insektenpopulationen wird basierend auf den Ergebnissen der Recherchen (Kapitel D-3) und den Ergebnissen der Feldstudien (Kapitel D-7 und D-8) grob einer positiven, negativen oder neutralen Stufe zugerechnet, wobei unterschieden wird, ob diese Wirkungen aus der Literatur abgeleitet werden oder konkret durch unsere Wiederholungserhebungen bestätigt werden konnten.

Eine landesweite Wirksamkeit auf Insektenpopulationen weisen neben der Klimaerwärmung jene Wirkfaktoren auf, die mit Emissionen einhergehen, die über Lufteintrag selbst in entlegenen alpinen Gipfelregionen sowie in Gewässerlebensräumen verbreitet nachweisbar sind – der Stickstoffeintrag sowie der Eintrag insektentoxischer Stoffe, wobei letzterer im unmittelbaren Einsatzbereich der Ackerlandschaft, Gärten und Industriegebiete natürlich weitaus wirksamer ist. Eine spezielle Situation liegt bei den Sonderstrukturen vor, die zwar üblicherweise selbst nur sehr geringe Flächenanteile in der Landschaft aufweisen (in weiten Teilen der Kulturlandschaft unter 1 %, mit Ausnahme der Ackerbrachen), jedoch eine große flächige Wirksamkeit haben, vor allem für den Erhalt der speziell angepassten Insektenfauna in einem Landschaftsausschnitt.

Ein bedeutender Teil der relevanten Wirkfaktoren ist räumlich auf bestimmte Nutzungsformen der Kulturlandschaft beschränkt – die landwirtschaftliche Nutzung auf einem guten Drittel der Landesfläche einerseits und die forstwirtschaftliche Nutzung auf knapp der Hälfte Österreichs andererseits. Besondere Bedeutung für die Insektenwelt Österreichs hat dabei die Grünlandwirtschaft, die auf etwa 20 % der Fläche Österreichs betrieben wird.

Die dritte Gruppe von Wirkfaktoren mit nachweislich bedeutsamen negativen Auswirkungen auf Insektenpopulationen wirkt hingegen räumlich vergleichsweise beschränkt – Lichtverschmutzung, Kollisionen und Versiegelung von Lebensräumen ist auf insgesamt etwa 6 % der Landesfläche für Insektenpopulationen maßgeblich wirksam, was aber trotzdem mit über 5.000 km² fast der doppelten Fläche des Bundeslandes Vorarlberg (und deutlich mehr als die des Burgenlandes) entspricht.

Tabelle 3: Übersicht über die quantitative Entwicklung der bedeutenden Einflussfaktoren auf Insektenpopulationen in Österreich und ihre Wirkung auf diese im Untersuchungszeitraum 1990 bis 2020 (Quellen siehe Kapitel D-4). Die Veränderung der Wirkfaktoren wird anhand ausgewählter Indikatoren charakterisiert, deren Auswirkung auf Artenvielfalt und Dichte von Insektenpopulationen durch eine summierte Zuordnung: ↑ – in Summe positive Auswirkung, → – positive und negative Auswirkungen mit unklarer Summation, ↓ – in Summe negative Auswirkung. Abgeleitet wurden diese Einstufungen aus den in der Insektenstudie ausgewerteten Quellen („Literatur“) oder konkret durch die Ergebnisse der für die Insektenstudie durchgeführten Erhebungen und Analysen („Insektenstudie“). Die Reihung entspricht keiner Priorisierung, sondern folgt den Unterkapiteln in Kapitel 4, wobei die Waldbewirtschaftung in dieser Tabelle extra herausgegriffen wurde.

Wirkfaktor (mit Kapitelangabe)	Ausgewählte Indikatoren für die Entwicklung 1990 bis 2020	Flächenwirksamkeit	Wirkung auf Insekten
Eintrag von insektentoxischen Stoffen (4.1; D-3.1.1, D-4.1.1)	unbekannt (Wirksamkeit) stabil (Menge)	> 20 % (vorwiegend Ackerfläche) bis 100 % (Lufteintrag)	↓ Literatur
Lichtverschmutzung (4.2; D-3.1.2, D-4.1.2)	+70 % (1990 - 2019)	> 6 % (bebaute Fläche)	↓ Literatur
Kollisionen (4.3; D-3.1.3, D-4.1.3)	+40 % (Straßennetz) +80 % (Autoverkehr)	> 2 % (Verkehrswege)	↓ Literatur
Maschinellem Einsatz in der Bewirtschaftung (4.4; D-3.1.4, D-4.1.4)	Beschäftigte in der Land- & Forstwirtschaft -38 % Zunahme rotierender und effizienter Maschinen	> 37 % (Dauer- siedlungsraum)	↓ Literatur
Verbauung von Lebensräumen (4.5; D-3.2.1, D-4.2.1)	Zunahme der verbauten Fläche +38 % v. a. artenreiche Lebensräume betroffen	> 2 % (neu verbaute Fläche)	↓ Literatur
Verlust von Nahrungspflanzen (4.6; D-3.2.2, D-4.2.2)	Glyphosatverkauf 2000-2017 etwa verdoppelt, seither rückläufig Effizienzsteigerung bei mechanischer Beikrautbekämpfung	> 37 % (Dauer- siedlungsraum)	↓ Literatur
Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung (4.7; D-3.2.3, D-4.2.3)	Umwandlung von zwei- in mehr- schnittige Wiesen auf 690.000 ha Zunahme der Schlaggrößen durch Rückgang der Betriebe um 52 %	> 37 % (Dauer- siedlungsraum)	↓ Literatur Insektenstudie
Rückgang traditioneller Nutzungen im Grünland (4.8; D-3.2.4, D-4.2.4)	einmähdige Wiesen -75 % Hutweiden -40 % Streuwiesen -61 % Bergmähdler -30 %	20 % (Grünland- fläche)	↓ Literatur Insektenstudie

Wirkfaktor (mit Kapitelangabe)	Ausgewählte Indikatoren für die Entwicklung 1990 bis 2020	Flächenwirksamkeit	Wirkung auf Insekten
	Almen -7 % (gealpte GVE 2000-2018) aufgegebenes Grünland +262 %		
Verlust von Sonderstrukturen (4.9; D-3.2.5, D-4.2.5)	Landschaftselemente abnehmend Strukturelemente im Siedlungsraum abnehmend Grünbrachen +539 % bis 2000, danach -48 %	100 % (in regional sehr unterschiedlicher Intensität)	↓ Literatur Insektenstudie
Veränderungen in der Waldbewirtschaftung (4.8; D-3.2.4, D-4.3)	Ausschlagwald -16 % (2007-2016) Rückgang Weichholz -10 % Zunahme stehendes Totholz +67 % Baumartenzusammensetzung naturnäher geworden	48 % (Waldfläche)	→ Literatur
Stickstoffeintrag (4.10; D-3.2.6, D-4.2.6)	NH ₃ -Deposition +6 % N-Verkauf -20 % NO _x -Deposition -36 %	100 % (durch atmosphärischen Transport)	↓ Literatur Insektenstudie
Klimatische Veränderungen (4.11; D-3.2.7, D-4.2.7)	+1,0°C in der Periode 1990-2015 Zunahme Extremereignisse	100 %	↑ Literatur Insektenstudie
Einwandern von Neobiota (4.12; D-3.2.8, D-4.2.8)	Deutliche Zunahme von Artenzahl und Verbreitungsareal der Neobiota	> 37 % (Dauer- siedlungsraum)	↓ Literatur

Für den Großteil der genannten Wirkfaktoren konnte durch Literatur- und Quellenrecherche abgeleitet werden, dass deren Veränderung in den letzten 30 Jahren in Österreich in Summe negative Auswirkungen auf Insektenpopulationen gehabt hat. Nicht abschließend geklärt sind die Entwicklungen im Wald, wo sich sowohl günstige als auch hemmende Entwicklungen maßgeblich auf Insektenpopulationen auswirken und es deutliche Hinweise darauf gibt, dass diese in Summe zu tendenziell stabilen Bedingungen führten. Eine ähnliche Bilanz dürfte es für die Gewässerlebensräume geben, die einerseits durch Gewässerreinigung und Restrukturierungsmaßnahmen aktuell vielfach in besserem Zustand sind, aber durch Stoffeinträge und Einwanderung von Neobiota an Qualität für Insekten eingebüßt haben.

Für einen bedeutenden Teil der Wirkfaktoren konnten unsere Freilandhebungen eine Bestätigung der negativen Auswirkungen auf Insekten in Österreich bringen, aus methodischen Gründen sowie aufgrund fehlender Grundlagendaten jedoch nicht v. a. für die Wirkfaktoren der insektentoxischen Stoffe, der Lichtverschmutzung oder der Versiegelung. Ein Wirkfaktor weist hingegen aufgrund unserer Freilandhebungen offenbar (zumindest derzeit) eine in Summe positive Wirkung auf österreichische Insektenpopulationen auf – die Klimaerwärmung.



Abbildung 11: Testfläche an der Hohen Wand/NÖ mit deutlicher Zunahme der Artenzahl und Bestätigung von 92 % der in den 1990er Jahren nachgewiesenen Heuschrecken und Fangschrecken – offenbar dank Aufrechterhaltung traditioneller Grünlandwirtschaft sowie Einwanderung wärmeliebender Arten.



Abbildung 12: Testfläche im Innviertel bei Gaugsham/OÖ mit Rückgang der Artenzahl der Heuschrecken um 33 %, vor allem von Spezialisten des Magergrünlandes, offenbar bedingt durch Nährstoffeintrag und Intensivierung der Grünlandnutzung.

5 Maßnahmen zur Förderung der Insektenpopulationen

Die Ausformulierung von Maßnahmen zum Schutz sowie zur Förderung von Insektenpopulationen in Österreich ist ein bedeutender Bestandteil der vorliegenden Studie. Wertvolle Maßnahmvorschläge mit konkretem Österreichbezug gibt es bereits in einer ganzen Reihe von aktuellen Publikationen, von denen folgende für die vorliegenden Maßnahmvorschläge Berücksichtigung fanden: Götzl & Sedy (2015), Schwarzl & Sedy (2015), Segerer & Rosenkranz (2017), Ockermüller & Schuster (2018), Gepp (2019), Holzer et al. (2019), Huemer & Rüdiger (2019) sowie Rabitsch et al. (2020). Die Erkenntnisse aus den Analysen der Wirkfaktorenveränderungen, die Ergebnisse der Einstufung der Insektenstichprobe und die Analysen, die mit den Wiederholungserhebungen gemacht werden konnten, lieferten zahlreiche bestätigende und ergänzende Argumente für die im Folgenden ausformulierten Maßnahmen. Ziel soll es sein, die heimischen Insektenpopulationen, die sich nach den Befunden unserer Erhebungen in den letzten 30 Jahren deutlich verändert haben, mit möglichst gezielten und effizienten Maßnahmen zu fördern bzw. den teils günstigen Zustand auch künftig zu erhalten. Der in mehreren der Erhebungen nachgewiesene gleichbleibende, teils zunehmende Arten- und Individuenbestand bestimmter Indikatorgruppen lässt erwarten, dass diese Maßnahmen selbst in der intensiv genutzten Landschaft wirksam sein können und eine günstige Bestandsituation langfristig absichern bzw. wieder ermöglichen können. Zu beachten ist dabei jedoch, dass der Schwerpunkt der Maßnahmvorschläge – auch angesichts der hier sich besonders maßgeblich entfaltenden Wirkfaktoren (vgl. Tabelle 3) – auf die offene bis halboffene Kulturlandschaft gelegt wird, während für Wald- und Gewässerlebensräume der Maßnahmenkatalog nur wenige Vorschläge enthält. Weiters zielen die Maßnahmen vor allem auf jene Wirkfaktoren ab, für die konkrete Zusammenhänge mit Veränderungen von Insektenpopulationen herausgearbeitet werden konnten.

5.1 Stärkung traditioneller Nutzungsformen (Landwirtschaft)

Ein sehr kleiner Teil der bewirtschafteten Fläche in der Kulturlandschaft beherbergt heute den überwiegenden Teil der Insekten-Biodiversität in der Kulturlandschaft. Es handelt sich hier um das traditionell bewirtschaftete Extensivgrünland, vor allem um Ein- bis Zweimähdige Wiesen, Streuwiesen, Bergmähder und Hutweiden. In vielen Regionen kann inzwischen auch das zweimähdige Grünland als insektenreiche traditionelle Nutzungsform angesehen werden. Die Effektivität derartiger Maßnahmen wird unterstrichen durch den Umstand, dass allein das

wärmebegünstigte Offenland mit geringem Ertragspotential, 25 % aller bewerteten Insektenarten („Bewohner xerothermophilen Offenlandes“) beherbergt, während feuchtes bis nasses Offenland als weiterer Lebensraum extensiver Nutzungsformen zwar weniger Arten (gut 5 %) beherbergt, hier aber überdurchschnittlich viele mit rückläufigen Beständen leben (vgl. Kapitel D-5.3).

Die Sicherung der Pflege der noch bestehenden Flächen sowie die Rückführung bereits aufgegebener Feldstücke in die traditionelle Nutzung ist einer der effizientesten Wege, um vor allem die Populationen spezialisierter und gefährdeter Insekten in der Kulturlandschaft zu halten und zu stärken. Wie die Risikoanalyse zeigt (vgl. Kapitel D-5.3.2), sollten vordringlich die feuchtegeprägten Grünlandflächen wieder in einen günstigen Zustand gebracht werden, wobei hier auch dem Rückbau von Entwässerungen und einem verbesserten Wasserrückhalt in der Landschaft große Bedeutung zukommt (vgl. Abbildung 13).

Traditionell bewirtschaftetes Extensiv-Grünland kann über die Dokumentation der landwirtschaftlichen Schlagnutzungen in INVEKOS (v. a. einmähdige Wiese, Streuwiese, Bergmähder sowie – mit regionalen Einschränkungen – Hutweide) mit wenig Aufwand identifiziert werden und entsprechende Fördermöglichkeiten, aus dem Österreichischen Programm für eine umweltgerechte Landwirtschaft oder auch aus Landes- und Projektmitteln, direkt an die bewirtschaftenden Landwirtinnen und Landwirte herangetragen werden. Derartige Ansätze werden aktuell bereits von einzelnen Bundesländern verfolgt und würden eine sehr starke Treffsicherheit für die Lenkung insektenfördernder Fördermittel auf Nutzflächen mit tatsächlich hoher Bedeutung aufweisen (vgl. Holzer et al. 2019).



Abbildung 13: Ehemalige Streuwiesen wie der „Teich“ in der Ortschaft See am unteren Kamp/NÖ haben ein hohes Potential, bei entsprechender Bewirtschaftung gute Populationen selten gewordener Insekten zu beherbergen.

Die geeignete Fördermaßnahme zur Sicherung von landwirtschaftlich genutzten Lebensräumen geschützter und gefährdeter Insektenarten ist die Maßnahme „Naturschutz“ im österreichischen Agrarumweltprogramm. Sowohl die österreichweiten Wiederholungserhebungen von Heuschrecken und Fangschrecken (vgl. Kapitel D-7.2.5) als auch die Evaluierungsergebnisse von Holzer et al. (2019) belegen die Wirksamkeit dieser expertenbasierten Fördermaßnahme für die Sicherung von Vorkommen von Habitatspezialisten unter den Insekten. Eine optimierte Anwerbung von Flächen, die als Lebensraum gefährdeter Insektenarten bekannt sind, wurde in Niederösterreich bereits durch die Erstellung von „Artenschutzkulissen“ mit geeigneten Feldstücken und entsprechenden Auflagenpaketen erfolgreich erprobt und ist derzeit auch für das Bundesland Salzburg in Ausarbeitung. Auch private Initiativen können hier einen wertvollen Beitrag leisten, wie die Evaluierung von durch die Stiftung „Blühendes Österreich“ der Supermarktkette REWE gesicherten und gepflegten Lebensräumen zeigte (vgl. ÖKOTEAM 2020).

Da vor allem diejenigen Standorte, die besonders feuchte oder besonders magere bzw. trockene Bodenverhältnisse aufweisen, einen hohen Anteil der rückläufigen Insektenarten beherbergen (vgl. Kapitel 4.10 sowie D-5.3.2), sind für derartige Flächen zusätzliche Maßnahmen sehr effektiv. Hier sollten die Bewirtschaftungsmaßnahmen zusätzlich mit Wiedervernässung und verstärktem Wasserrückhalt über einen längeren Zeitraum einerseits sowie Aushagerung bis hin zu Oberbodenabtrag andererseits kombiniert werden.

5.2 Stärkung standortgerechter und traditioneller Nutzungsformen (Wald)

Wälder beherbergen im Vergleich zu ihrer bedeutenden Ausdehnung in Österreich deutlich weniger Insektenarten als das Offenland (23 %) und ihre Bewohner weisen ein geringeres Risiko auf, rückläufige Bestandstrends zu erfahren (vgl. Kapitel D-5.3). Es sind aber in den Wäldern gerade jene Artengemeinschaften rückläufig, die von traditionellen Nutzungsformen mit stark aufgelichteten Beständen abhängig sind sowie Arten, die als Nahrungsbasis die aktuell im Bestand rückläufigen Baumarten benötigen (v. a. Weichholz wie Pappel und Weide, vgl. Kapitel D-4.3 und D-5.3.1) und für deren Erhalt gezielte Maßnahmen gesetzt werden müssen. Maßnahmen zur Förderung von Insektenpopulationen im Wald sollten daher vorrangig folgende Ziele verfolgen:

Die Orientierung der Baumartenzusammensetzung an der natürlichen Waldgesellschaft sichert das Auftreten von Nahrungspflanzen für ein möglichst breites Artenspektrum standortsangepasster Insektenarten. Gerade in den derzeit großflächig in Österreich auftretenden

„Schadholzflächen“ in standortfremden Forstkulturen mit Sturm- und Borkenkäferschäden ist die Chance zur Re-Etablierung von Wäldern, die an die natürlichen Standortsbedingungen angepasst sind, sehr groß. Hier ist vor allem die Förderung von insektenreichen Laubholzarten, besonders der Eiche, von langfristiger positiver Wirkung. Rückgänge der Insektenbiomasse in Nadelwäldern (angezeigt durch rückläufige Bestandstrends bei der Tannenmeise *Periparus ater*, vgl. Kapitel D-6.4) zeigen jedoch auch langfristig die Notwendigkeit eines Erhalts vitaler Nadelwälder in den entsprechenden Lagen des Alpenraumes.

Angesichts der engen Bindung einer großen Zahl von Insekten an die Weichholz-Baumarten der Weiden, Pappeln und Erlen (vgl. Kapitel D-5.3.1) ist die Förderung von naturnah aufgebauten Auenwäldern und Sumpf- bzw. Moorwäldern von großer Bedeutung für die Sicherung der Insektenvielfalt in den gewässernahen Lagen.

Die Förderung von teils sehr alten Bewirtschaftungsformen, die mit einem erhöhten Lichteinfall im Wald einhergehen wie Mittel- und Niederwald, Kopfbaumnutzung (Abbildung 14), aber auch Formen der Waldweide, haben eine sehr hohe Effektivität zur Förderung von artenreichen Insektenpopulationen.



Abbildung 14: Der Erhalt von Weidenauen ist oft nur mehr mit traditionellen Nutzungsformen wie der Kopfbaumnutzung möglich – die Silberweide ist dabei mit 43 exklusiv auf diese Baumart angewiesenen Insektenarten in unserer Stichprobe die wichtigste Pflanzenart für das Überleben monophager Arten (Markthof, NÖ).

Auch hier bieten Maßnahmen im österreichischen Waldumweltprogramm Unterstützung für die traditionellen Bewirtschaftungsformen des Mittel- und Niederwaldes, wobei die forstliche Beratung diese Instrumente verstärkt aufgreifen sollte und auch der naturschutzfachliche Aspekt dieser Nutzungsformen verstärkt in der Öffentlichkeit kommuniziert werden sollte. Das Modell einer naturschutzgerechten Mittelwaldbewirtschaftung wird aktuell von dem Forstbetrieb Untere Marchauen in Niederösterreich unter fachlicher Begleitung umgesetzt und könnte Vorbild für die in den tieferen Lagen Ostösterreichs immer noch weit verbreitete Form der Waldbewirtschaftung sein (Forstverwaltung Untere Marchauen 2019).

Gerade die in der Forstwirtschaft überwiegend sehr kritisch gesehene Waldweide, die in weiten Teilen Österreichs inzwischen weitgehend durch die konsequent vorangetriebene Wald-Weide-Trennung verschwunden ist, hat durch ihre waldöffnende und waldstrukturierende Wirkung eine vergleichbar positive Bedeutung für die Artenvielfalt in Waldlebensräumen wie die genannten traditionellen Nutzungsformen (vgl. Denner 2020).

Ähnliche Wirkungen im „modernen“ Wald können durch eine extensive, auf die Ansprüche von Insekten angepasste Pflege von Forststraßen, Schneisen und Rückegassen sowie Waldlichtungen und anderen Offenstellen im geschlossenen Wald erreicht werden. Diese gehölzfreien Waldlebensräume können vor allem bei einer extensiven Bewirtschaftung unter Berücksichtigung eines insektenschonenden Maschineneinsatzes eine deutliche Erhöhung des Artenreichtums bringen. Zu beachten ist jedoch, dass dies an dem bereits bestehenden, vielerorts bereits sehr dichten Wegenetz realisiert wird, da es auch zahlreiche „Altholzinsekten“ gibt, die auf ausgeglichene Bedingungen im geschlossenen Wald angewiesen sind.

Die gezielte Anlage von strukturreichen Waldrändern durch Zurücksetzen der Waldkulisse wäre eine sehr effiziente Methode zur Schaffung arten- und individuenreicher Insektenlebensräume – in unserer Insektenstichprobe sind fast 20 % aller behandelten Arten auf Saum- und Überganglebensräume angewiesen, die durch eine entsprechende Waldrandgestaltung erhalten bzw. geschaffen werden können. Derartige Maßnahmen zur Auflösung der in der Kulturlandschaft vorherrschenden scharfen Grenzziehung zwischen Wald und Offenland fanden bisher in Österreich kaum Beachtung und sollten verstärkt in der Öffentlichkeit und in der land- und forstwirtschaftlichen Beratung thematisiert werden. Gerade in Regionen mit touristisch attraktiver Landschaft haben derartige Maßnahmen auch eine besondere Bedeutung für die Erholungsnutzung.

5.3 Erhaltung und Neuanlage von Sonderstrukturen

„Besondere“, quasi mit freiem Auge erkennbar von der umgebenden Landschaftsmatrix abweichende Strukturen, haben ebenfalls eine herausragende Bedeutung für den Erhalt der Vielfalt und des Individuenreichtums von Insekten. Aufgrund des seit Jahrzehnten anhaltenden kontinuierlichen Verschwindens dieser Elemente aus der Landschaft (Kapitel 4.9) ist die Bewahrung des verbliebenen Restbestandes von besonderer Dringlichkeit, um zumindest das derzeitige Bestandesniveau bei vielen Insekten zu halten. Die Neuanlage bzw. Reaktivierung (z. B. durch entsprechende Pflege) geeigneter Sonderstrukturen muss aber ebenfalls ein wichtiger Bestandteil einer künftigen insektenfreundlichen Nutzungsstrategie für die österreichische Kulturlandschaft sein.

Relativ einfach umsetzbar und großflächig erprobt ist dabei die Anlage und Pflege von Grünbrachen in der Ackerlandschaft, wobei eine reichhaltige Pflanzenartenmischung (zumindest 15 Mischungspartner) sowie eine gute Strukturierung (z. B. durch abgestufte Pflege) von besonderer Bedeutung sind, um diese als wirksame Sonderstrukturen zu etablieren (vgl. Holzer et al. 2019). In einer aktuellen Studie der HBLA Raumberg-Gumpenstein im Auftrag der Länder und unter Federführung der Abt. Land- und Forstwirtschaft Oberösterreich wird derzeit an einer national einsetzbaren Einsaatmischung mit sogar 30 Mischungspartnern für die aktuelle LE-Periode gearbeitet, wodurch eine nachhaltig positive Wirkung auf Insektenpopulationen angenommen werden kann. Bezüglich des nötigen Flächenausmaßes ermittelten Holzer et al. (2019) eine Schwelle von 8 %, ab der die Ausstattung mit Grünbrachen eine Erhöhung der Artenvielfalt in der betreffenden Kulturlandschaft bewirkt. Ausmaß und Ausgestaltung derartiger wertvoller Sonderstrukturen für die Ackerlandschaft lassen sich somit österreichweit mit vergleichsweise geringem administrativem Aufwand im Rahmen des Agrarumweltprogrammes umsetzen.

Auch die Anlage von Feldgehölzen, Buschgruppen, Einzelbäumen und Hecken ist gut etabliert und kann eine landschaftswirksame Maßnahme sein, wenn auf eine naturnahe Artenzusammensetzung geachtet wird und der Schwerpunkt auf niedrigwüchsige Gehölze und eine Kombination mit gehölzfreien Staudensäumen gelegt wird (vgl. Abbildung 15). Hierbei muss jedoch darauf geachtet werden, dass diese Neuanlage nicht auf aktuell artenreichen Standorten wie Magersäumen oder Extensivgrünland angelegt wird, was leider bisher vielfach aus ökonomischen Gründen der Fall war. Die in früheren Förderperioden mögliche Anlage von Landschaftselementen durch 20jährige Stilllegung auf Ackerflächen wird leider seit längerem nicht mehr angeboten. Die Wiedereinführung eines derartigen Fördermodells hätte jedoch langfristige positive Auswirkungen auf die Artenvielfalt der Ackerlandschaft.



Abbildung 15: Landschaftselemente wie Stufenraine mit einer lockeren Bestockung mit Gehölzen sowie unbefestigte Graswege stellen wertvolle „alte“ Sonderstrukturen und Wanderkorridore dar und sichern eine hohe Insektenvielfalt selbst in sonst intensiv bewirtschafteten Ackerlandschaften (Bergen bei Harrersdorf/Weinviertel, NÖ).

Im Wald sowie in baumbestandenen Siedlungsräumen sichert das Belassen von „Baumpersönlichkeiten“ mit ungewöhnlichen Wuchsformen, Höhlenbildungen und anderen Kleinstrukturen langfristig wichtige Strukturen für eine Vielzahl von Arten, ohne ökonomisch von größerer Bedeutung zu sein. Das Waldumweltprogramm in der landwirtschaftlichen Förderung, aktuell der „Waldfonds“, bietet hier einige Fördermöglichkeiten gezielt für den Erhalt von Sonderstrukturen im bewirtschafteten Wald. Leider werden diese Maßnahmen im Vergleich zum gesamten Fördervolumen nur in sehr geringem Ausmaß angenommen. Eine gezielte Beratungsinitiative sowie eine verstärkte Bewerbung der Möglichkeiten, für Sonderstrukturen im bewirtschafteten Wald eine finanzielle Unterstützung zu erhalten, wäre angesichts der Bedeutung dieser ertrags- und flächenmäßig kaum ins Gewicht fallenden Strukturen von großer Bedeutung.

Die Förderung von Sonderstrukturen in Gewässerlebensräumen ist vor allem durch den Rückbau von Regulierungen und Uferbefestigungen zu erzielen. Derartige Maßnahmen sind in den letzten Jahrzehnten vielfach umgesetzt worden und als effiziente Wege zur Verbesserung der Arten- und Individuenzahl von Insekten erprobt. Vor allem die EU-kofinanzierte Maßnahme „LIFE“ sowie durch das nationale Umweltförderungsgesetz ermöglichte Projekte konnten und können auch in Zukunft wesentliche Verbesserungen in der strukturellen Ausstattung von Gewässern bewirken, mit einer vielfach sehr raschen positiven Auswirkung auf die aquatische Insektenwelt (vgl. z. B. Chovanec 2017, Abbildung 16).



Abbildung 16: Die Renaturierung des im 19. Jahrhundert kanalisiertes Mündungslaufes des Weidenbaches im Marchfeld/NÖ führte zu einer bedeutsamen Aufwertung der Libellengemeinschaft und wohl auch vieler anderer aquatischer Insektenarten.

Schwieriger ist die Sicherung und Neuanlage von Klein- und Kleinststrukturen wie offensandigen Wegrändern, temporären Vernässungen in „Sutten“, anstehenden Felsen und vielem mehr, die gerade für die Insektenwelt vielfach unverzichtbarer, aber kaum auffälliger Bestandteil des Lebensraumes sind. Hier muss vor allem dort angesetzt werden, wo die Pflege von Freiflächen, Sanierung von „Störstellen“, Befestigung von Wegen und andere „Ordnungsmaßnahmen“ in der Kulturlandschaft umgesetzt werden. Aufklärung, die Durchführung von Vorzeigebispielen sowie die Thematisierung der fraglichen ökonomischen Sinnhaftigkeit vieler dieser Maßnahmen ist hier notwendig.

Eine die Ansprüche von Insekten berücksichtigende Anlage, ein entsprechender Betrieb und besonders auch eine natürlichen Lebensräumen Raum gebende Nachnutzung von Materialentnahmestellen wie Sand- und Schottergruben sowie Steinbrüchen kann vor allem in intensiv landwirtschaftlich genutzten Talräumen weitgehend verloren gegangene Sonderstrukturen langfristig bereitstellen. Entsprechende Projekte dazu gibt es etwa aus den Bundesländern Oberösterreich und Burgenland (z. B. Wendelin et al. 2013). Gemeinsame Projekte mit den Interessensvertretungen wie dem Fachverband Steine-Keramik in Abstimmung mit den entsprechenden Behördenstellen können sehr attraktive Sonderlebensräume in der intensiv genutzten Landschaft schaffen und erhalten, selbst bei laufendem Betrieb. Ein gelungenes Beispiel dafür bietet etwa die Kooperation des Forums mineralische Rohstoffe mit BirdLife Österreich zum Arten- und Lebensraumschutz in Rohstoffgewinnungsbetrieben in Niederösterreich.

5.4 Kompensation des Intensivierungstrends in der Grünlandwirtschaft

In den letzten 30 Jahren kam es in der Grünlandbewirtschaftung in Österreich durch Erhöhung des Düngenniveaus und der Schnitthäufigkeit, gefördert durch die Verlängerung der Vegetationsperiode, zu einer Intensivierung, wie sie in der Ackerbewirtschaftung tendenziell bereits in früheren Perioden geschehen ist (vgl. Kapitel 4.7). Die Ergebnisse unserer Wiederholungserhebungen (Kapitel 3) belegen deutlich, dass die Grünlandintensivierung ein flächenmäßig sehr bedeutsamer Wirkfaktor ist, dessen negativer Einfluss auf Artenreichtum und Individuendichte nachweislich gegeben ist. Es gibt jedoch Strategien, diese Auswirkungen auf Insektenpopulationen zu mildern. Von besonderer Bedeutung ist dabei – analog zu der Anlage von Stilllegungsflächen im Ackerbau – eine durch Fördermittel abgegoltene extensivierte Grünlandbewirtschaftung auf Teilen der Nutzfläche mit Bewirtschaftungsauflagen, die zu einer von der umgebenden Matrix deutlich abweichenden ökologischen Situation führt. Holzer et al. (2019) konnten dies in einer umfangreichen Feldstudie im österreichischen Grünland ausarbeiten, wobei eine Verschiebung der ersten Mahd auf diesen „Biodiversitätsflächen“ um acht Wochen (in weiten Teilen Österreichs wäre das auf den 10.7.) oder gleichwertig ein zumindest zehn Wochen dauerndes sommerliches Mahdfenster zwischen zwei Schnitten als signifikant insektenwirksam identifiziert werden konnte. Auch das Belassen des Aufwuchses der letzten Mahd über den Winter hat eine bedeutende Funktion als Refugium für überwinternde Insekten, die in der vollflächig gemähten Wiesenlandschaft sonst keine Möglichkeiten zur Überdauerung haben.

Im aktuellen Agrarumweltprogramm für die Periode ab 2023 ist dieser Ansatz zumindest teilweise aufgegriffen worden, ergänzt um die Möglichkeit der Neueinsaat einer Wiesenmischung mit mind. 30 Pflanzenarten. Im Vergleich zu den bisherigen ÖPUL-Förderperioden kann von einer deutlichen Verbesserung der Wirksamkeit der Maßnahme im Grünland ausgegangen werden, wobei hier eine fachliche Erfolgskontrolle der neuen Situation von großem Interesse wäre.

Die Erhebungen zur Hummel-Population im Salzburger Flachgau konnte zeigen, dass auch drei- und mehrschüriges Grünland unter gewissen Rahmenbedingungen eine Bedeutung für blütenbesuchende Insekten haben kann (Kapitel D-7.5.5). Entscheidend dafür dürfte aber ein reduziertes Düngeregime sein, dass den meist konkurrenzschwächeren Blütenpflanzen gegenüber den Gräsern Vorteile bringt. Eine Ausdifferenzierung der Grünlandflächen eines Betriebes hinsichtlich der Düngung wird im Modell des „Abgestuften Wiesenbaus“ vorgeschlagen, was sowohl wirtschaftliche Vorteile für einen Betrieb mit unterschiedlich hohen Produktivitätsniveaus auf seinen Feldstücken als auch eine positive Wirkung auf die

Artenvielfalt durch die reduzierte Nutzung der wenig ertragsstarken bzw. schwer erreichbaren Wiesenflächen aufweist (vgl. Abfalter et al. 2021). In den letzten Jahren wurden mehrere Pilotprojekte umgesetzt, sodass Erfahrungswerte für eine Ausweitung des Angebotes vorliegen und eine verstärkte Verankerung in der Beratungspraxis sinnvoll wäre. Abgesehen von fundierten theoretischen Überlegungen ist jedoch in Österreich wenig über die konkrete Wirksamkeit auf die betroffenen Grünlandökosysteme und ihre Insektenpopulationen bekannt, sodass hier ein Forschungsbedarf für die nahe Zukunft besteht, um die Effektivität des „Abgestuften Wiesenbaus“ für den Erhalt von ökologischer Vielfalt abzuklären.

Eine noch wenig beachtete, aber für die spezialisierte und hochgradig rückläufige Gilde der kotfressenden Insekten sehr bedeutsame Maßnahme ist schließlich die Reduktion des Einsatzes von Wurmmitteln in der Weideviehhaltung, die auf das veterinärmedizinisch notwendige Maß reduziert und auf die Phase der Stallhaltung konzentriert werden sollte.

5.5 Verringerung des Nährstoffniveaus in der Landschaft

Die Bemühungen um eine Reduktion des Stickstoffeintrages in die österreichische Landschaft zeigen erst in geringem Maße Erfolg (vgl. Umweltbundesamt 2019b). Kontinuierlich hohe Stickstoffeinträge treffen auf bereits stark vorbelastete Lebensräume – die verstärkte Reduktion von Stickstoff-Emissionen, sowohl in Verkehr & Industrie als auch in der Landwirtschaft, sind daher von größter Bedeutung für die zukünftige Erhaltung einer insektenfreundlichen Landschaft. Die Veränderung der Lebensräume von Insekten durch Stickstoffeintrag führt – wie das Beispiel der österreichweiten Heuschreckenerhebungen zeigt (Kapitel D-7.2.5) – zu einem Verschwinden der auf magere, schwachwüchsige Bedingungen angepassten Spezialisten aus dem Artenspektrum und ist somit auch aufgrund der großflächigen Wirksamkeit einer der bedeutendsten Faktoren für die Veränderung der Insektenpopulationen in Österreich.

Es ist bis heute ungewiss, wie gut sich Biodiversität von einer lange anhaltenden Eutrophierung wieder erholen kann und ob das in absehbarer Zeit ohne zusätzliche Managementeingriffe – wie gezieltem Stickstoffentzug, Erhöhung des pH-Werts und Wiederansiedlung von verschwundenen Arten – auf natürlichem Wege möglich ist (vgl. Clark et al. 2013). Dass es bei entsprechendem Einsatz gelingen kann, belegen die deutlich gesunkenen Eutrophierungsniveaus zahlreicher, einst stark belasteter Still- und Fließgewässer in Österreich. Während in den Sektoren Verkehr und Industrie vor allem im Zuge der Bemühungen um klimafreundliche Produktion und Mobilität mit einer anhaltenden Reduktion der Nährstoffemissionen in Zukunft zu rechnen ist, zeigen die Indikatoren für die Landwirtschaft derzeit keine langfristige Trendwende (vgl. Kapitel 4.10). Förderpraxis und vor allem die landwirtschaftliche Beratung

müsste hier viel stärker auf Möglichkeiten eines effizienten Düngemittleinsatzes fokussiert werden. Dies ist auch aus betriebswirtschaftlichen Gründen vernünftig, denn Stickstoff auf Nicht-Landwirtschaftsflächen erhöht lediglich den Pflegeaufwand auf den Randstrukturen, ist aber für die Produktion verloren. Maßnahmen gegen Nährstoffauswaschung wie Ackerbe-grünung, Stickstofffixierung im Rahmen der Biologischen Wirtschaftsweise und das Konzept des „Abgestuften Wiesenbaus“ wären großflächig einsetzbare Werkzeuge zu einer effizienten Reduktion des nicht wirtschaftlich nutzbaren Nährstoffniveaus in der Landschaft und sollten zum künftigen Schutz der heimischen Insektenpopulationen verstärkt zur Anwendung kommen.

5.6 Verringerung des Eintrages insektentoxischer Mittel

Der Einsatz von Insektiziden in der Landwirtschaft sowie im privaten Bereich hat einen beträchtlichen, wenn auch schwer quantifizierbaren und vielfach nur ansatzweise verstandenen Einfluss auf das Vorkommen von Insekten in der österreichischen Landschaft. Noch schwerer abzuschätzen ist der Eintrag insektentoxischer Stoffe aus Industrie und Verkehr, der jedoch durch den technischen Fortschritt und aus humanhygienischen Gründen bereits stark reguliert wurde (man denke etwa an das Verschwinden von Blei als Zusatzmittel in Treibstoffen). Initiativen zur Reduktion dieses Mitteleinsatzes, sei es durch Förderung der biologischen Wirtschaftsweise, Verzicht auf Präparate mit breiter, unspezifischer Wirkung sowie durch effizienten ökonomischen Einsatz (z. B. mit moderner Ausbringungstechnologie) kommen mit Sicherheit eine positive Bedeutung beim Schutz und Wiederaufbau von Insektenpopulationen zu. Ähnlich wie bei der Ausbringung von Nährstoffen sollte hier verstärkt auf Effektivität in der Anwendung gesetzt werden, denn jeder Mitteleintrag in Nicht-Landwirtschaftsflächen durch z. B. Windverdriftung hat maßgeblichen Einfluss auf die Insektenpopulationen der angrenzenden Landschaft. Die Verantwortung liegt hier sehr stark bei der landwirtschaftlichen Beratung, wobei teils schon seit langem in der Praxis eingeführte Instrumente wie der Integrierte Pflanzenschutz oder die Nutzung von Plattformen zum Schadinsektenmonitoring (z. B. warndienst.lko.at) bei der Reduktion des Mitteleinsatzes helfen können. Auch die angestrebte Erhöhung des Anteils der Biologischen Wirtschaftsweise sollte in Zukunft die Ausbringung insektentoxischer Stoffe in der Landwirtschaft verringern.

Die schwierige Konkretisierung der Auswirkungen potentiell insektentoxischer Stoffe auf die Populationen in der österreichischen Landschaft erfordern vermehrt gezielte Untersuchungen unter realistischen Freilandbedingungen. Hier besteht angesichts der Tragweite des Konflikts zwischen landwirtschaftlicher Nutzung und dem Schutz der Insektenwelt in der Kulturlandschaft ein unerwartet großes Wissensdefizit, das durch eine gemeinsame Anstrengung der entsprechenden universitären Einrichtungen und Forschungsinstitute mit den Interessensvertretungen der Landnutzer sowie des Naturschutzes mittels Unterstützung des

Bundes geschlossen werden sollte. Sehr wenig Wissen besteht auch über die aktuelle Situation anderer, z. B. aus der Industrie stammender, insektentoxischer Mittel. Hier kann nur eine pauschale Aussage getroffen werden, dass die gesetzlichen Rahmenbedingungen zur Inverkehrbringung von potentiell toxischen Stoffen entsprechend nach aktuellem wissenschaftlichem Stand kontinuierlich angepasst und auch exekutiert werden müssen.

5.7 Förderung insektenschonender Methoden in der Landnutzung

Die Entwicklung des Maschineneinsatzes hin zu zunehmend insektenfeindlichen Geräten kann vorangehende Bemühungen um den Erhalt wertvoller Lebensräume und Wirtschaftsweisen in größerem Ausmaß wieder fruchtlos machen. Der Verzicht auf Geräte mit besonders hohen Mortalitätsraten wie dem Mähauflbereiter in der Wiesennutzung oder dem Schlegelmulcher bei Grünbrachen- und Wegrandpflege (vgl. Kapitel D-3.1.4, Abbildung 17) muss gezielt propagiert bzw. auch finanziell gefördert werden. Vor allem in Landschaftsräumen mit einer noch hohen Biodiversität ist eine Reduktion der maschinellen Nutzungsintensität von großer Bedeutung für den Erhalt einer entsprechend hohen Populationsdichte. In einer aktuell in Ausarbeitung befindlichen Studie der ARGE „Insektenschonendes Mähen“ im Auftrag des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus werden Möglichkeiten eines insektenschonenden Mähens untersucht. Die Ergebnisse könnten praxisnahe Anleitungen zur Reduktion der Verluste von Insekten durch die Grünlandbewirtschaftung liefern und sollten entsprechend verstärkt in der landwirtschaftlichen Beratung propagiert werden. Im Rahmen der landwirtschaftlichen Förderung sollten auch Entschädigungen für die bewusste Verwendung insektenschonender, aber mit erhöhtem Arbeitsaufwand verbundener Geräte entwickelt und angeboten werden.

Von großer Bedeutung bei der Anwendung insektengefährlicher Maschinen in der Wiesennutzung können Rückzugsstreifen sein, die während des Mahddurchgangs ungemäht auf der Wiese zurückbleiben, und als „Rettungsinseln“ für ausreichend mobile Insekten fungieren. Die Mortalitätsraten können dadurch deutlich verringert werden und eine Wiederbesiedlung der nachwachsenden Grünlandfläche kann auf kurzem Wege ermöglicht werden. Diese Maßnahme sollte in der Beratungspraxis als einfach umsetzbare „Insektenrettungsmethode“ verstärkt propagiert werden und ist z. B. über die Maßnahme der Anlage von Biodiversitätsflächen im Agrarumweltprogramm förderbar. Entscheidend ist dabei die Lage derartiger Rettungstreifen bzw. -inseln möglichst inmitten der bewirtschafteten Fläche. Vielfach ist allein das Stehenlassen des „letzten Streifens“ nach erfolgter Mahd (üblicherweise von außen nach innen) besonders effizient.



Abbildung 17: Mulchen, wie hier in einem Luzerneacker auf einem Bio-Betrieb, gehört zusammen mit dem Einsatz eines Mähaufbereiters zu den Arbeitsgängen, die die höchsten Insektenmortalitäten verursachen (Lasee/Marchfeld, NÖ).

Großes Potential für insektenfreundlichen Maschineneinsatz besteht auch bei der Weg- und Straßenrandpflege der Gemeinden und Straßenmeistereien. Die großflächige effiziente Einkürzung des Aufwuchses durch Schlegelmulcher hat besonders gravierende Auswirkungen auf die Insektenwelt – hier kann bereits eine zeitliche Staffelung, bei der nur eine Seite der Ränder innerhalb eines Monats behandelt wird, zu einer deutlichen Verbesserung der Insektenpopulationen führen. Auch die Auswahl eines insektenfreundlicheren Geräts – z. B. ein Mähgerät statt einem Mulcher – kann viel bewirken, ebenso die Verringerung der Häufigkeit des Pflegeeinsatzes pro Saison. Da hier Förderanreize nicht relevant sind, kommt der gezielten Beratung und Öffentlichkeitsarbeit hin zu einer insektenfreundlichen Landschaftspflege eine große Bedeutung zu.

5.8 Vermeidung von Lichtverschmutzung

Zur Minimierung der negativen Effekte des Einsatzes von Lichtquellen auf nachtaktive Insekten gibt es inzwischen über einen Zeitraum von 20 Jahren ausdiskutierte und praxiserprobte Richtlinien (für Österreich siehe Landesumweltreferenten 2018). Die Wahl des richtigen Leuchtmittels (mit weißen LED-Lampen unter 3000 Kelvin Farbtemperatur als derzeit insektenfreundlichster Variante), eines effizienten Leuchtkegels ohne Streueffekte sowie ein

ökonomischer Einsatz von Beleuchtungsmaß und Beleuchtungsdauer sind dabei die entscheidenden Kriterien.

Diese Richtlinien sollten in der Entscheidungsfindung der öffentlichen Hand (und durch entsprechende Beratung auch im privaten und gewerblichen Bereich) bei der Beleuchtungswahl möglichst weite Verbreitung haben und beim Einsatz von öffentlichen Geldern zwingend als Entscheidungskriterium Berücksichtigung finden. Ein sparsamer Einsatz von nächtlicher Beleuchtung hat überdies zahlreiche weitere positive soziale und ökonomische Effekte abseits der Minimierung der Verluste von Insekten.

5.9 Naturnahe Gestaltung von Privatgärten sowie öffentlichen und gewerblichen Grünanlagen

Die Bedeutung von Gärten als Lebensraum für eine Vielzahl von Insektenarten wurde in Österreich früher wenig beachtet, in den letzten Jahren aber zunehmend dokumentiert. Eine langjährige Studie an Tagfaltern aus einem Garten in Stockerau (NÖ) belegt eine kontinuierliche Nutzung durch ein breites Artenspektrum inklusive Fortpflanzungsnachweise, darunter auch mehrere gefährdete Arten (insgesamt 37 Arten, Straka 2004). Auch für Heuschrecken liegen einige Belege artenreicher Privatgärten vor, die in klimabegünstigter Lage bis zu 35 verschiedene Heuschreckenarten beherbergen können, was 25 % der heimischen Artenzahl entspricht (Zuna-Kratky et al. 2009, Zuna-Kratky unpubl.). Die Bedeutung einer öffentlichen Gartenanlage, die eine gezielt insektenfreundliche Anlage und Bewirtschaftung aufweist, konnten z. B. Zettel et al. (2018) im „Garten der Vielfalt“ der Bioforschung Austria in Wien-Essling für Wildbienen eindrucksvoll dokumentieren: Auf 1,7 ha konnten 134 Bienenarten nachgewiesen werden, darunter zahlreiche Seltenheiten und Habitatspezialisten. Auch aus botanischen Gärten liegen aktuellere Befunde vor, so z. B. aus demjenigen der Universität für Bodenkultur in Wien (34 Tagfalter- und 19 Heuschreckenarten, Kropf 2006, Straka 2010).

Entscheidende Parameter für ein artenreiches Insektenvorkommen ist ein hohes Angebot an einheimischen Nektarpflanzen (v. a. blühende Hochstauden und Sträucher) mit einer langfristig verfügbaren Blühperiode sowie eine gute, kleinräumig strukturierte Ausstattung mit unterschiedlichen Sonderstrukturen. Dies kann selbst in vergleichsweise kleinflächigen Gärten realisiert werden (z. B. 400 m² bei Straka 2004, mehrere Beispiele von Gärten unter 1.000 m² mit mind. 30 Heuschrecken-Arten laut Zuna-Kratky unpubl.).

Auch die Begrünung von Häusern selbst, v. a. die naturschutzoptimierte Begrünung von Dachflächen, die gerade in Siedlungserweiterungsgebieten oft großflächig zur Verfügung

stehen, kann attraktiven Lebensraum für Insekten bieten. Kratschmer & Pachinger (2015) stellten durchaus naturschutzfachlich bedeutende Wildbienenengemeinschaften auf begrünten Dächern in Wien fest, solange die Substratmächtigkeit (um 50 cm) und das Blütenangebot ausreichend war.

Öffentlichkeitsarbeit und kontinuierliche Informationen zu diesem Thema können ein weitreichendes Umdenken hin zu naturnaher Garten- und Grünraumgestaltung bewirken. Konkrete, teils seit vielen Jahren laufende Vorbilder gibt es sowohl auf Initiative der öffentlichen Hand (z. B. die Aktion „Natur im Garten“ des Landes Niederösterreich) als auch von privaten Vereinen (wie die Aktion „Nationalpark Garten“ von Global 2000). Dadurch gelingt es nicht nur, öffentlichen und privaten Grünraum im Siedlungsgebiet für Insektenpopulationen attraktiver zu gestalten und ihnen hier Ausbreitungs- bzw. Rückzugsraum zu bieten, sondern auch ein breiteres Bewusstsein für den Wert und die Verletzlichkeit der heimischen Insekten zu schaffen.

5.10 Klimawandelanpassung

Die Verlangsamung der derzeit ablaufenden Klimaerwärmung und Eingrenzung auf ein Maß mit verkraftbaren Auswirkungen (v. a. für die Menschheit) ist eine globale Aufgabe, der sich Österreich im Rahmen der internationalen Übereinkünfte und Verpflichtungen durch massive Reduktion seiner Treibhausgasemissionen stellen muss. Es ist jedoch davon auszugehen, dass das derzeit gemessene Erwärmung auch die nächsten Jahrzehnte die österreichischen Insektenlebensräume prägen wird. Obwohl die in Österreich beobachtete Klimaerwärmung im Untersuchungszeitraum die Insektenfauna als ganzes positiv beeinflusst hat (vgl. Kapitel 4.11), gibt es auch viele Arten, die durch diese Entwicklungen stark unter Druck geraten sind und daher Gegenmaßnahmen zum Erhalt der heimischen Biodiversität nötig sind. Auch ist die Prognose der Auswirkung einer weiteren Temperaturzunahme ungewiss und ein „Kippen“ dieses bisher positiven Trend nicht unwahrscheinlich.

Makroklimatische Veränderungen können bis zu einem gewissen Grad durch mikroklimatische Bedingungen abgepuffert werden, was den Einsatz gezielter Eingriffe zur erleichterten Klimawandelanpassung ermöglicht. So haben – wie in früheren Kapiteln gezeigt – trotz Zunahme der mittleren Temperatur viele Lebensräume gleichzeitig kühl-feuchtere Mikroklimata entwickelt, v. a. durch das erhöhte Nährstoffniveau und das damit einhergehende dichtere Pflanzenwachstum. Diese Mechanismen können auch zur Abpufferung von langfristig ablaufenden makroklimatischen Trends genutzt werden, die für bestimmte Arten zukünftig ungünstige Bedingungen erwarten lassen. Welche Managementmaßnahmen hier für österreichische Lebensräume von Bedeutung sein könnten ist noch kaum konzeptionell durchdacht und sollte Thema künftiger Forschungen sein. Wohl mit Sicherheit lokal und

regional wirksam sind jedenfalls verstärkte Bemühungen zur Erhöhung des Wasserrückhalts in der Landschaft, mit einem Anstieg des Grundwasserspiegels und einer Erhöhung des Anteils offener Wasserflächen – Entwicklungen die auch in sich erwärmenden Regionen einen messbar abkühlenden Effekt entwickeln können.

Eine Studie aus Großbritannien konnte belegen, dass mikroklimatische Heterogenität die negativen Auswirkungen der Klimaveränderung für klimagefährdete Arten deutlich reduzieren kann, wobei dieser Effekt gerade in den am stärksten erwärmten Regionen und für die am stärksten von Erwärmung bedrohten Arten besonders ausgeprägt ist (Suggitt 2018). Diese mikroklimatische Heterogenität ist besonders gut repräsentiert in topographisch stärker differenzierten Landschaftsausschnitten – etwa in durch Gräben gegliederten Hanglagen. Die Aufwertung solcher Landschaftsausschnitte kann mikroklimatische Refugien für klimagefährdete Insektenarten schaffen, die ein Überdauern vor Ort bei zunehmend ungünstiger werdenden makroklimatischen Bedingungen ermöglichen können (Abbildung 18). Leider sind es gerade die topografisch bewegten Landschaftsräume, die schwerer bewirtschaftbar sind und daher stärker von Nutzungsaufgabe einerseits sowie Melioration im Zuge von Kommissierungsverfahren andererseits betroffen sind.



Abbildung 18: Landschaften mit starker Reliefenergie und einer naturangepassten, extensiven Bewirtschaftung wie hier bei Kals am Großglockner (Osttirol) mit ausgedehnten Almen und Bergmähdern können durch die Verfügbarkeit eng verzahnter, mikroklimatisch differenzierter Habitats die vorausgesagten Änderungen im Klima besser abfedern.

Die zweite wichtige Maßnahme zur Klimaanpassung ist die Sicherung bzw. Schaffung von Korridoren, entlang derer Arten aus ihren bisherigen Vorkommensgebieten in Bereiche mit günstigerem Klima abwandern können. Diese Maßnahme kann gemeinsam mit den Maßnahmen zur Anlage von Sonderstandorten und zum Erhalt traditioneller Nutzungsformen umgesetzt werden, in dem diesen bei der Planung eine entsprechende Korridorfunktion gegeben wird.

Die Ergebnisse unserer Wiederholungserhebungen sowie der Auswertung der Insektenstichprobe zeigen deutlich, dass aktuell einerseits Insekten mit alpiner Verbreitung und Anpassung an kalte Lebensräume, andererseits Arten der Feuchtgebiete und anderer wasserabhängiger Lebensräume am stärksten negativ von der Klimaerwärmung betroffen sind. Schutz und lebensraumangepasste extensive Bewirtschaftung der Hochlagen des Alpenbogens sind daher ebenso vordringlich zu fördern wie ein umfassendes Programm zur Verbesserung des Wasserrückhaltes und zur Aufwertung von Gewässerlebensräumen. Während derzeit der Anstieg der Mitteltemperatur für viele Insektenarten in Österreich förderlich ist, zeigen die genannten sensiblen Arten bereits mögliche künftige, ein größeres Artenspektrum umfassende negative Wirkungen des Klimawandels. Je früher hier Konzepte zur Klimawandelanpassung entwickelt und in der Praxis etabliert werden, desto eher können die zu erwartenden negativen Auswirkungen – nicht nur auf Insektenpopulationen – abgefedert werden.



Abbildung 19: Womöglich ein künftiges Opfer der Klimaerwärmung – Nordische Gebirgsschrecke *Melanoplus frigidus* auf Edelweiß *Leontopodium nivale* auf einer Testfläche im Piffkar in den Hohen Tauern (Kapitel D-7.3, Foto: Inge Illich).

6 Literatur

Abfalter, A., Breuer, M., Frühwirth, P., Rudistorfer, S., Uhl, H. & Drapela, T. (2021): Nachhaltige Grünlandbewirtschaftung durch abgestuften Wiesenbau – Leitfaden für eine abgestufte Grünlandbewirtschaftung am eigenen Betrieb. ARGE Abgestufter Wiesenbau, Wien. 36 pp.

Bieringer, G. & Weißmair, W. (2017): Gefährdung und Schutz der Heuschrecken in Österreich. In: Zuna-Kratky, T., Landmann, A., Illich, I., Zechner, L., Essl, F., Lechner, K., Ortner, A., Weißmair, W. & Wöss, G. (2017): Die Heuschrecken Österreichs. *Denisia* 39: 161-180.

Chovanec, A. (2017): Sanierung morphologischer Defizite und Anlage flussbegleitender Kleingewässer – Erfolgskontrolle gewässerökologisch wirksamer Maßnahmen an der Pram (Oberösterreich) durch den Einsatz von Libellen (Odonata) als Bioindikatoren. *Beiträge zur Entomofaunistik* 18: 13-37.

Clark, C.M., Bai, Y., Bowman, W.D., Cowles, J.M., Fenn, M.E., Gilliam, F.S., Phoenix, G.K., Siddique, I., Stevens, C.J., Sverdrup, H.U. & Throop, H.L. (2013): Nitrogen Deposition and Terrestrial Biodiversity. In: Levin S.A. (ed.): *Encyclopedia of Biodiversity*, Waltham, MA, Academic Press, 2. Aufl., Band 5: 519-536.

Denner, M. (2020): *Wald.Geschichte.Weinviertel. Der Mittelwald im Weinviertel – historische Waldnutzung als gelebte Tradition und Beitrag zum Erhalt der Artenvielfalt*. Verlag Berger, Horn. 138 pp.

Forstverwaltung Untere Marchauen (2019): *Der Mittelwald – naturverträgliche Waldnutzung im WWF-Auenreservat Marchegg*. Broschüre im Auftrag des WWF Österreich, Baumgarten/March. 16 pp.

Geiser, E. (2018): How many animal species are there in Austria? Update after 20 years. *Acta ZooBot Austria* 155: 1-18.

Gepp, J. (2019): Ausdünnung der Insektenvielfalt im Ostalpenraum: Vorgeschichte, Ursachen und Tendenzen. *Jahrbuch des Vereins zum Schutz der Bergwelt* 84: 79-124.

Götzl, M. & Sedy, K. (2015): *Wildbienenparadies Österreich? Aktuelle Umweltsituation – Identifikation von Gefahren und Lösungen bei der Landbewirtschaftung*. Report REP-0538. Umweltbundesamt, Wien, 51 pp.

Holzer, T., Zuna-Kratky, T. & Bieringer, G. (2019): *Bewertung der Wirkung relevanter LE-Maßnahmen auf Tagfalter und Heuschrecken als Indikatoren für Biodiversität – Endbericht*. Studie im Auftrag des Ministeriums für Nachhaltigkeit & Tourismus, Wien. 60 pp.

- Holzinger, W.E. (2009): Rote Liste gefährdeter Zikaden (Auchenorrhyncha) Österreichs. In: Wallner, R. & Zulka, K.P. (Hrsg.): Rote Liste gefährdeter Tiere Österreichs, Band 14/3: 41-317. Böhlau Verlag, Wien.
- Huemer, P. (2016): „Ausgeflattert“. Der stille Tod der österreichischen Schmetterlinge. Weckruf für den Schutz der Biodiversität in Österreich. Blühendes Österreich & Global 2000, Wien. 38 pp.
- Huemer, P. & Erlebach, S. (2007): Schmetterlinge Innsbrucks – Artenvielfalt einst und heute. Veröffentlichungen des Innsbrucker Stadtarchivs 33: 319 pp.
- Huemer, P. & Rüdiger, J. (Red., 2019): Aufgeflattert! Biodiversität in Österreich: eine Vision für 2030. Blühendes Österreich-REWE International gemeinnützige Privatstiftung, Wien. 48 pp.
- Illich, I. & Zuna-Kratky, T. (2022): Population dynamics of an alpine grasshopper (Orthoptera) community over 30 years and the effects of climate warming and grazing. *Journal of Insect Conservation*. doi.org/10.1007/s10841-022-00381-8
- Kratschmer, S. & Pachinger, B. (2015): Summen auf den Dächern Wiens. Wildbienen (Apidae) auf begrünten Dachflächen und Möglichkeiten ihrer Förderung. *Entomologica Austriaca* 22: 113-114.
- Kratschmer, S., Zettel, H., Ockermüller, E., Zimmermann, D., Schoder, S., Neumayer, J., Gusenleitner, F., Zenz, K., Mazzucco, K., Ebmer, A.W. & Kuhlmann, M. (2021): Threat Ahead? An Experts' Opinion on the Need for Red Lists of Bees to Mitigate Accelerating Extinction Risks – The Case of Austria. *Bee World*. doi.org/10.1080/0005772X.2021.1940734
- Kraus, R., Denner, M., Panrok, A., Wöss, G. & Pennerstorfer, J. (2020): Wiesen-Naturschutz im Naturpark Jauerling-Wachau, Region NÖ Mitte – Endbericht. Projektbericht im Rahmen der Schutzgebietsbetreuung Niederösterreich im Auftrag des Landes Niederösterreich, Abteilung Naturschutz. Maria Anzbach. 155 pp.
- Kropf, M. (2006): Heuschrecken im Botanischen Garten der Universität für Bodenkultur (BOKU) Wien. *Verhandlungen Zoologisch-Botanische Gesellschaft Österreich* 143: 35-41.
- Landesumweltreferenten Österreich Expertengruppe (Red., 2018): Österreichischer Leitfaden Aussenbeleuchtung. Land Oberösterreich, Linz. 88 pp.
- Malicky, H. (2001): Schmetterlinge (Lepidoptera) in Lichtfallen in Theresienfeld (Niederösterreich) zwischen 1963 und 1998. *Stapfia* 77: 261-278.
- Martini, J. & Waringer, J. (2019): Diversity, microhabitat distribution and life cycles of Trichoptera in the Schreierbach (Lunz, Lower Austria). *Entomologica Austriaca* 26: 132-133.
- Milasowszky, N. & Zulka, K.P. (2021): Laufkäfer- und Spinnenzönosen der Salzlacken im Seewinkel als Grundlage für die Naturschutzarbeit: ein Vierteljahrhundert später. Verein Institut für angewandte Biologie und Umweltbildung, Wien im Auftrag des Nationalparks Neusiedler See – Seewinkel. 306 pp.

Ockermüller, E. & Schuster, A (2018): Wildbienen – Geflügelte Vegetarier. Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, Abteilung Naturschutz, Linz. 24 pp.

ÖKOTEAM (2020): Zoologisches Monitoring auf Wiesen, Weiden, Streuobst- und Intensivobstbeständen. 1. Wiederholungsuntersuchung 2020. Unpubl. Bericht im Auftrag der Stiftung Blühendes Österreich – REWE International gemeinnützige Privatstiftung. 123 pp.

Panrok, A. & Zuna-Kratky, T. (2011): Projekt „Pflegermanagement FFH-Lebensräume Perchtoldsdorfer Heide – Modul Heuschrecken“ – Naturschutzfachliche Beurteilung der Pflegemaßnahmen für die FFH-Lebensräume und Adaptierung des bestehenden Pflegeplans für das konkrete Management. Bericht im Auftrag des Heidevereins Perchtoldsdorf. 106 pp.

Pascher, K., Hainz-Renetzedler, C., Sachslehner, L., Frank, T. & Pachinger, B. (2020): BINATS II – Erfassung der Biodiversität in den österreichischen Ackerbaugebieten anhand der Indikatoren Landschaftsstruktur, Gefäßpflanzen, Heuschrecken, Tagfalter und Wildbienen – 2. Erhebungsdurchgang 2017/18 nach zehn Jahren. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus (BMLRT) sowie des Bundesministeriums für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz (BMSGPK), Wien. 150 pp.

Pisa, L.W., Amaral-Rogers, V., Belzunces, L.P., Bonmatin, J.M., Downs, C.A., Goulson, D., Kreuzweiser, D.P., Krupke, C., Liess, M., McField, M., Morrissey, C.A., Noome, D.A., Settele, J., Simon-Delso, N., Stark, J.D., Van der Sluijs, J.P., Van Dyck, H. & Wiemers, M. (2015): Effects of neonicotinoids and fipronil on non-target invertebrates. *Environmental Science and Pollution Research* 22: 68-102. DOI 10.1007/s11356-014-3471-x.

Rabitsch, W. (2008): The Times They Are A-Changin': Driving forces of recent additions to the Heteroptera fauna of Austria. In: Grozeva, S. & Simov, N. (Hrsg.): *Advances in Heteroptera Research*. Pensoft Publ., Sofia: 309-326.

Rabitsch, W., Zulka, K.P. & Götzl, M. (2020): Insekten in Österreich. Artenzahlen, Status, Trends, Bedeutung und Gefährdung. Umweltbundesamt GmbH, Wien. 122 pp.

Sachslehner, L., Zelz, S. & Berg, H.-M. (2021): Fangschrecken (Mantodea) und Heuschrecken (Orthoptera) im Nationalpark Thayatal – Ergebnisse des langzeitlichen Monitorings. *Naturkundliche Mitteilungen aus den Landessammlungen Niederösterreich* 31: 161-188.

Sauberer, N., Prinz, M. & Essl, F. (2017): Österreich Klima, Geographie und Landbedeckung im Überblick. In: Zuna-Kratky, T., Landmann, A., Illich, I., Zechner, L., Essl, F., Lechner, K., Ortner, A., Weißmair, W. & Wöss, G.: *Die Heuschrecken Österreichs*. *Denisia* 39: 27-34.

Schwarzl, B. & Sedy, K. (2015): Wildbienenparadies Österreich? Aktuelle Umweltsituation – Identifikation von Gefahren und Lösungen im Wald. Umweltbundesamt, Wien im Auftrag der Österreichischen Bundesforste. Report REP-0539: 31 pp.

Segeer, A.H. & Rosenkranz, E. (2017): *Das große Insektensterben. Was es bedeutet und was wir jetzt tun müssen*. oekom verlag, München. 204 pp.

- Straka, U. (2004): Stadtgärten als Lebensraum für Tagfalter: Beobachtungen in einem Garten in Stockerau (Niederösterreich) in den Jahren 1999 – 2003. Beiträge zur Entomofaunistik 5: 67-78.
- Straka, U. (2010): Tagfalter in Stadtgärten: Beobachtungen von Tagfaltern im Garten der Universität für Bodenkultur (BOKU) Wien in den Jahren 2006–2010. Verhandlungen Zoologisch-Botanische Gesellschaft Österreich 147: 31-49.
- Suggitt, A.J., Wilson, R.J., Isaac, N.J.B., Beale, C.M., Auffret, A.G., August, T., Bennie, J.J., Crick, H.Q.P., Duffield, S., Fox, R., Hopkins, J.J., Macgregor, N.A., Morecroft, M.D., Walker, K.J. & Maclean, I.M.D. (2018): Extinction risk from climate change is reduced by microclimatic buffering. Nature Climate Change 8 (8): doi: 10.1038/s41558-018-0231-9.
- Teufelbauer, N., Seaman, B. & Dvorak, M. (2017): Bestandsentwicklungen häufiger österreichischer Brutvögel im Zeitraum 1998-2016 – Ergebnisse des Brutvogel-Monitoring. Egretta 55: 43-76.
- Thierolf, K. (2021): Die montan bis (sub)alpine Hummelfauna (*Bombus*) des Kalsbachtals in Osttirol: ein historischer Vergleich unter Berücksichtigung des Klimawandels. Master Thesis, Universität für Bodenkultur, Wien. 250 pp.
- Wendelin, B., Dvorak, M., Grinschgl, F., Huspeka, J. & Höttinger, H. (2013): Schottergruben und Steinbrüche als Hotspots der Biodiversität im Burgenland – Ökozellen in der Kulturlandschaft. Endbericht Teil I im Auftrag des Naturschutzbundes Burgenland, Eisenstadt. 65 pp.
- Whittaker, R.H. (1960): Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. Ecological Monographs 30: 279-338.
- Zaller, J.G. & Brühl, C.A. (2019): Editorial: Non-target Effects of Pesticides on Organisms Inhabiting Agroecosystems. Frontiers in Environmental Science 7: 75, 3 pp. doi: 10.3389/fenvs.2019.00075
- Zettel, H., Planner, A.-T., Kromp, B. & Pachinger, B. (2018): Der „Garten der Vielfalt“ in Wien – ein Hotspot der Bienendiversität (Hymenoptera: Apidae). Beiträge Entomofaunistik 19: 71-94.
- Zuna-Kratky, T., Karner-Ranner, E., Lederer, E., Braun, B., Berg, H.-M., Denner, M., Bieringer, G., Ranner, A. & Zechner, L. (2009): Verbreitungsatlas der Heuschrecken und Fangschrecken Ostösterreichs. Verlag Naturhistorisches Museum Wien, Wien. 304 pp.
- Zuna-Kratky, T., Denner, M., Wöss, G., Sehnal, M. & Staufer, M. (2012): Heuschrecken als Bioindikatoren der Stadtentwicklung in Wien am Beispiel der „Südbezirke“ Favoriten und Simmering. Studie im Auftrag der MA 22 – Umweltschutzabteilung der Stadt Wien. 54 pp.
- Zuna-Kratky, T., Landmann, A., Illich, I., Zechner, L., Essl, F., Lechner, K., Ortner, A., Weißmair, W. & Wöss, G. (2017): Die Heuschrecken Österreichs. Denisia 39: 880 pp.
- Zuna-Kratky, T. (2022): Beweidungsmonitoring Naturreservat Marchegg – Projektteil Heuschrecken und Fangschrecken. Gutachten im Auftrag des WWF Österreich, Wien. 15 pp.

Projektnehmer

DI Thomas Zuna-Kratky

Zitiervorschlag: Zuna-Kratky, T. (2022): Veränderung von Insektenpopulationen in Österreich in den letzten 30 Jahren – Ursachen und ausgewählte Beispiele. Endbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus sowie der neun Bundesländer. Wien. 71 pp.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Monografien Entomologie Hymenoptera](#)

Jahr/Year: 2022

Band/Volume: [0227](#)

Autor(en)/Author(s): Zuna-Kratky Thomas

Artikel/Article: [Veränderung von Insektenpopulationen in Österreich in den letzten 30 Jahren – Ursachen und ausgewählte Beispiele. Endbericht im Auftrag des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus sowie der neun Bundesländer. Wien 1-71](#)